ZYGMUNT ZAWIRSKI

METODA AKSJOMATYCZNA A PRZYRODOZNAWSTWO

Osobne odbicie z Kwartalnika Filozoficznego

W KRAKOWIE
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA—KRAKÓW—LUBLIN—ŁÓDŹ—POZNAŃ—WILNO—ZAKOPANE
1923.

Kochanemu Panu Ingardenowi
Romanowi wraz z serdecz-
nymi ofiarowuje autor.
Lwów, 6. VII. 1925.

ZYGMUNT ZAWIRSKI

METODA AKSJOMATYCZNA A PRZYRODOZNAWSTWO

Osobne odbicie z Kwartalnika Filozoficznego

W KRAKOWIE
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA—KRAKÓW—LUBLIN—ŁÓDŹ—POZNAŃ—WILNO—ZAKOPANE
1923.

Zygmunt Zawirski.

Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo.

WSTĘP.

Zadaniem naszej pracy jest rozświetlenie pewnych problemów filozoficznych, jakie wytworzyła aksjomatyzacja współczesnego przyrodoznawstwa matematycznego, dokonana już na podstawie uwzględnienia nowych teoryj fizykalnych. Okazało się bowiem, że mają one dla badania podstaw logicznych przyrodoznawstwa tosamo znaczenie, co powstanie geometryj nieeuklidesowych dla zbadania podstaw geometrji. Rozważywszy w rozdziale pierwszym genezę, istotę i korzyści metody aksjomatycznej, podajemy w drugim, mającym przeważnie charakter referujący, przegląd dotychczasowych wysiłków zaksjomatyzowania fizyki, aby następnie rozpatrzeć rezultaty tej pracy najpierw ze stanowiska teorji poznania w rozdziale trzecim, a potem w ostatnim ze stanowiska ogólnego filozoficznego na świat poglądu. W rozdziale trzecim zwracamy przedewszystkiem uwagę na to, iż zasady konstytutywne fizyki współczesnej nie odpowiadają w zupełności intuicyjnym »apriorycznym« zasadom poznania, domagają się ich modyfikacji: wykazujemy wadliwości argumentacji Kanta, który łączył konstytutywność zasad z ich intuicyjnością, i wskazujemy pod jakiemi warunkami tak zw. »metoda transcendentalna« w interpretacji szkoły marburskiej mogłaby się okazać zgodną z metodą aksjomatyczną. W rozdziale ostatnim wskazujemy na możliwość wyzyskania metody aksjomatycznej dla filozoficznego

światopoglądu, przyczem chodzi nam w nim głównie o obronę tezy, że fizyka nie daje nam poznania »świata transfenomenalnego«, pomimo, iż przyjmuje istnienie rzeczywistości, niezależnej od naszego umysłu.

ROZDZIAŁ I.

Metoda aksjomatyczna w matematyce.

§ 1. Metoda aksjomatyczna, jak wiadomo, polega na pewnego rodzaju reformie i pogłębieniu metody dedukcyjnej, a będąc dziełem matematyków, którzy z tą właśnie metodą dedukcyjną głównie i prawie wyłącznie mają do czynienia, przedstawia zarazem najwyższy szczyt abstrakcji, do jakiego we formaliźmie matematycznym można się posunąć. Chcąc należycie zrozumieć istotę tej metody, dobrze będzie, jeśli zdamy sobie sprawę z tego, co doprowadziło matematyków do stworzenia tej metody i do jasnego uprzytomnienia sobie jej znaczenia. Wykrycie jej i rozwój pozostaje w ścisłym związku z badaniem nad podstawami geometrji, w szczególności z poszukiwaniem aksjomatów, które dla zbudowania pewnych teoryj geometrycznych są niezbędne a zarazem wystarczające i przytem od siebie niezależne. Wiadomo, że już Euklides w swoich Elementach wylicza na czele dzieła aksjomaty, na których się w swoich wywodach opierać zamyśla, i w ten sposób oddziela je wyraźnie od twierdzeń geometrycznych, które z owych aksjomatów jako też przyjętych definicyj mają wynikać. Wiadomo też dziś, że ten zbiór aksjomatów nie jest zupełny, że Euklides nie zdołał sobie uprzytomnić a przynajmniej nie uwidocznił należycie we wstępie wszystkich tych podstawowych założeń, na których się w swojej pracy naprawdę opierał. Brak ten również nie odrazu został stwierdzony, do jego wykrycia zaś przyczyniła się dyskusja, która się w dziejach matematyki rozwinęła nad t. zw. aksjomatem o równoległych, figurującym u Euklidesa jako jedenasty pewnik, wedle innych zaś wydań jako piąty postulat [1]. Aksjomat ten ciągle

[1] Ściśle biorąc Euklides odróżnia pewniki (κοιναὶ ἔννοιαι, w których

wydawał się wielu matematykom za mało oczywistym, twierdził bowiem coś o nieskończoności i domagał się widocznie od naszej intuicji czy oczywistego poglądu, aby docierał aż tam do nieskończoności, co wielu wydawało się niemożliwem. Uważano częstokroć ów aksjomat za twierdzenie, które powinno być udowodnione, bezskuteczność zaś w poszukiwaniach za owym dowodem nasunęła myśl, że skoro ów aksjomat udowodnić się nie da, t. zn. nieda się uzyskać jako konsekwencja pozostałych aksjomatów, a więc jest od nich niezależny, to w takim razie przypuszczenie, że on jest błędny, nie może pociągnąć za sobą żadnych sprzeczności logicznych w budowie, opartej na reszcie aksjomatów z odrzuceniem tego ostatniego. W ten sposób doszła ludzkość do wykrycia geometryj nieeuklidesowych, które dla rozwoju metody aksjomatycznej z tego względu mają tak doniosłe znaczenie, iż dzięki nim właśnie po raz pierwszy baczniej zwrócono uwagę na fakt, iż aksjomaty nie muszą posiadać charakteru oczywistości, że zatem nie oczywistość musi stanowić kryterjum tego, czy coś jest aksjomatem, czy nie, lecz to, czy dana zasada da się przy pomocy innych istniejących już aksjomatów udowodnić, czy nie. Z dawnych cech zachowują aksjomaty tylko te, iż nie potrzebują dowodu, lecz nie dlatego, iż są oczywiste, lecz dlatego, iż przyjmujemy je, jako dowolne założenia, przez których dobór stwarzamy sobie pewien rodzaj przedmiotów, określonych bliżej przez te właśnie aksjomaty. Aksjomatów zatem nie udowadnia się podobnie, jak nie udowadnia się własności, przy pomocy których przedmiot określamy. Nie potrzeba więc udowadniać, iż na płaszczyźnie euklidesowej przez punkt obok prostej da się poprowadzić tylko jedna do niej równoległa, lecz przyjmujemy to, jako jedną z cech charakteryzujących płaszczyznę enklidesową, dzięki której nazywamy ją właśnie płaszczyzną euklidesową. Określając przedmioty przez odpowiedni dobór aksjomatów, stwarzamy ich tak zw. przez

mieszczą się zasady, będące podstawą wszelkiej dyscypliny matematycznej, od postulatów (αἰτήματα), które wyrażają własności pewnych utworów przestrzennych.

Niemców »implicite Definition«[1], coby można po polsku oddać terminem definicji uwikłanej.

Badanie podstaw geometrji w tym nowym duchu zostało wreszcie uwieńczone pomnikowem dziełem Hilberta »Grundlagen der Geometrie« w r. 1899, które uwidoczniło zarazem nowy rys charakterystyczny metody aksjomatycznej. Zrezygnowanie z oczywistości aksjomatów musiało pociągnąć za sobą także wyrzeczenie się intuicyjnego sensu wyrazów mowy potocznej. Jeśli się temi wyrazami w dalszym ciągu jeszcze posługiwano, to na to tylko, aby oznaczać niemi pewne grupy przedmiotów, powiązanych pewnemi formami stosunków, wyrażonych właśnie w aksjomatach. Zachodziła bowiem obawa, że, jeśli zatrzyma się zwykłe znaczenie wyrazów, może się bezwiednie wślizgnąć do teorji coś, co będzie oparte tylko na intuicyjnym sensie wyrazów, a nie będzie miało należytego uzasadnienia w samych aksjomatach, przez co cała aksjomatyzacja znowuby pod względem logicznym chromała. Chodziło też o to, aby ująć ściśle tylko te własności przedmiotów, na których rzeczywiście teorja się opiera, odgraniczywszy je od takich własności, które w teorji żadnej roli nie odgrywają. Jeśli więc wyrazy, służące do oznaczania pewnych zasadniczych pojęć geometrycznych, jak punkt, prosta, płaszczyzna, obok znaczenia, nadanego im przez aksjomaty, posiadają nadto znaczenie pełniejsze, wyrażając także własności tych przedmiotów, nie znajdujące swego odzwierciedlenia w aksjomatach, to o tych własnościach trzeba w toku teorji dedukcyjnej zaksjomatyzowanej koniecznie zapomnieć.

To też dzieło Hilberta zaczyna się od słów: »Bierzemy pod uwagę trzy rozmaite systemy rzeczy: rzeczy pierwszego rodzaju nazywamy punktami...; rzeczy drugiego systemu nazywamy prostemi...; rzeczy trzeciego systemu płaszczyznami... Punkty, proste i płaszczyzny przedstawiamy sobie we wzajemnych stosunkach i oznaczamy te stosunki przy pomocy wyrazów jak »leżeć«, »między«, »równoległy«, »przystający«, »ciągły«; dokładny i dla matematycznych celów w zupełności wystarczający opis tych stosunków następuje w aksjomatach«[1]. Dzieląc w dalszym ciągu wszystkie aksjomaty na pięć grup, na aksjomaty powiązania, uporządkowania, przystawiania, aksjomat o równoległych i aksjomaty ciągłości, zaznacza przy nich, iż mieszczą one właśnie w sobie definicje wyżej wymienionych wyrazów. Tak więc aksjomaty powiązanie określają bliżej znaczenie wyrazu »leżeć«, aksjomaty, grupy uporządkowania definjują pojęcie »między« i t. d. Przy pierwszym aksjomacie, który brzmi, iż dwa różne od siebie punkty A, B wyznaczają zawsze prostą a, przytacza autor wszelkie możliwe sposoby wyrażania tego stosunku, jak prosta »przechodzi«, »łączy« i t. d., wskazując niejako, iż chodzi tu tylko o to, co jest wspólne tym wszystkim sposobom wyrażania się, mianowicie, iż dwie rzeczy jednego systemu są podporządkowane jednej rzeczy drugiego systemu.

[1] Bernays: Die Bedeutung Hilberts für die Philosophie der Mathematik. Die Naturwissenschaften 1922. Heft 4, str. 95.

Jak widzimy więc, zerwanie z intuicyjnem znaczeniem wyrazów u Hilberta nie jest zupełne. Abstrahuje się od pewnych własności przedmiotów, inne natomiast zatrzymuje się. Niekiedy jednak posuwają się matematycy w tym kierunku jeszcze dalej; wprowadzają tylko pewien system znaczków, które łączą w pewne związki aksjomatyczne, aby z nich wysuwać dalsze, jako twierdzenia. Całe znaczenie owych znaczków redukuje się wówczas tylko do tego, iż mogą one występować w takich a takich związkach.

§ 2. Powyższe szczegóły wystarczą nam do zrozumienia istoty metody aksjomatycznej. Uprzytomnijmy tedy sobie, w czem leży jej nowość, i na czem polega reforma, wprowadzona przez nią do teoryj dedukcyjnych. Da się ona sprowadzić, zdaniem naszem, do trzech punktów, które zresztą nie są od siebie zupełnie niezależne. Po pierwsze zbiór podstawowych pojęć i zasad musi być kompletny w najpełniejszem tego słowa znaczeniu, t. zn. nie śmie w nim braknąć niczego, coby było potrzebnem do wyprowadzenia twierdzeń teorji, i zarazem nie śmie się w nim zawierać nic takiego, coby nie miało wpływu żadnego na twierdzenie teorji. Inaczej mówiąc, tylko zbiór aksjomatów łącznie

[1] Hilbert. Grundlagen der Geometrie. Str. 2.

z wprowadzonemi w nich pojęciami podstawowemi powinien określać przedmiot teorji. Po drugie, aksjomaty nie muszą mieć koniecznie charakteru zasad oczywistych. przeciwnie mogą wyrażać coś z oczywistością niezgodnego. Po trzecie, wyrazy względnie symbole, któremi się posługujemy, nie muszą posiadać zrozumiałego sensu intuicyjnego. Powyższe trzy punkty można odnaleźć z łatwością w zdaniu, zapomocą którego Russell charakteryzuje czystą matematykę. »Czysta matematyka polega w zupełności na zapewnieniach, iż jeśli takie a takie zdanie jest prawdziwe o czemkolwiek, wówczas prawdziwe jest o tej rzeczy także takie a takie zdanie. Jest dla niej istotnem to, iż się nie wchodzi w dyskusję, czy pierwsze zdanie jest naprawdę prawdziwe, ani też nie wymienia się, czem jest to coś, o czem się przyjmuje to pierwsze zdanie za prawdziwe... Tak więc matematykę można określić jako przedmiot, w którym nigdy nie wiemy, o czem mówimy, ani czy to, co mówimy, jest prawdą«[1].

Żaden z tych punktów, charakteryzujących metodę aksjomatyczną, nie wnosi niczego bezwzględnie nowego. Że bowiem każda porządna teorja dedukcyjna powinna wymienić wszystkie zasady i tylko te, z których jej twierdzenia wynikają, to ze stanowiska logicznego jest zupełnie zrozumiałe i naturalne Jeśli zaś potrzeba było całych tysiącleci na to, aby pewne teorje dedukcyjne zaksjomatyzować, a inne dotychczas tego szczęścia się nie doczekały, to tylko dlatego, że rzecz taka nie jest tak łatwą, jakby się napozór wydawać mogło. Że dalej proces logiczny dedukowania nic na tem nie cierpi, czy to z czego się dedukuje, jest czemś oczywistem, czy nie, to też nie jest żadną nowością Nowem i niezwykle cennem jest tylko odkrycie, iż takie dedukcje, oparte na zasadach często z oczywistością sprzecznych, mogą się stać nadzwyczajnie doniosłą zdobyczą naukową, jak tego dowodzi przykład geometryj nieeuklidesowych. Nie był też niezwykłością fakt, iż nauka zmuszona jest często gwałcić zwykłe znaczenie wyrazów mowy potocznej, tworzyć własny język i własną symbolikę. Coprawda pewne skrajne typy sformalizowanych teoryj dedukcyjnych zdają się pod tym względem sprowadzać rzecz do absurdu. Nie tylko bowiem żąda się tam często, aby zapominając, co oznaczają symbole, pamiętało się tylko same reguły rachunku, ale wręcz się oświadcza, że symbole te nie mają żadnego znaczenia. Sprawa ta, zdaje się, opiera się na pewnych nieporozumieniach. Jeśliby ktoś przez znaczenie owych symbolów chciał rozumieć wszystko to, co posiadają jakieś konkretne, indywidualne, albo nawet i idealne przedmioty, do których daną teorję dedukcyjną będzie można stosować później, to niewątpliwie tego znaczenia symbolom w samej teorji nadawać nie można. Tam bowiem, nie chcąc psuć całej budowy logicznej, nie możemy wprowadzać jako znaczenia symbolów niczego innego, jak tylko to, co jest wyrażone w związkach aksjomatycznych. Ta jednak rola, jaką znaczek odgrywa w związkach, w których może występować, jest niewątpliwie czemś, co musi być odróżnione od samego znaczka. Sam znaczek, zarówno co do swego kształtu, jak i wielkości i całego swego charakteru i wyglądu, jest czemś dowolnem i przypadkowem; natomiast jego rola, możność występowania tylko w takich a takich związkach, jest czemś istotnem, co od samego znaczka, jako symbolu graficznego, należy odróżnić właśnie jako jego znaczenie. Mamy więc i tutaj pewną formę idealną, różną od swego znaku zewnętrznego. a będącą znaczeniem tego znaku. Znaczenie to tem się tylko różni od innych znaczeń, iż nie da się ono nie tylko przedstawić konkretnie i poglądowo, ale nawet często także nie da się wyrazić w słowach.

Należy również pamiętać i o tem, że metoda aksjomatyczna, nie krępująca się w swej robocie ani oczywistością zasad ani intuicyjnym sensem wyrazów. nie musi i nie powinna być pojmowana, jako pewien objaw lekceważenia źródeł intuicyjnych naszego poznania i znaczenia oczywistości dla jego genezy. Bez tej nauka, zdaje się, wogóle nie powstałaby. Chodzi tu tylko o ścisłe odgraniczenie strony

[1] »Pure mathematics consists entirely of such asseverations as that, if such and such a proposition is true of anything, then such and such a proposition is true of that thing. It is essential not to discuss whether the first proposition is really true, and not to mention what the anything is of which it is supposed to bo true... Thus mathematics may be defined as the subject in which we never know what we are talking about, nor whether what we are saying is true«.

formalno-logicznej poznania, od podstaw poznania, branego w swym całokształcie. Na potrzebę takiego rozgraniczenia problemów aksjomatyki formalnych od epistemologicznych zwrócił już swego czasu uwagę matematyk Klein. Za główną zaś zasługę pracy Hilberta uważa się właśnie to, iż on po raz pierwszy potrafił w budowie systemu aksjomatów dokonać tego rozdziału pierwiastka matematycznego i logicznego od poglądowo-przestrzennego, a tem samem i od epistemologicznych podstaw geometrji[1].

Co prawda, rezultaty do jakich dochodzi metoda aksjomatyczna, nie mogą pozostać bez wpływu na pewne zagadnienie epistemologiczne co do charakteru sądów matematyki; nie ulega dziś wątpliwości, że »das Zwingende der geometrischen Beweisführung« wcale nie leży w przestrzennych własnościach utworów geometrycznych. Optyczno-przestrzenne, czy haptyczno-przestrzenne jakości tych utworów na budowę logiczną twierdzeń geometrji wcale nie wpływają, skoro, jak się okazuje przez punkty, proste i płaszczyzny wcale nie trzeba rozumieć tego, co zwykle to pojęcie oznaczają, a nawet wogóle nie trzeba przytem myśleć o czemś przestrzennem, dającem się intuicyjnie wyobrazić przestrzennie lub w przestrzeni skonstruować, lecz tylko wystarczy zachować pewne związki symbolów, odzwierciedlające stosunki utworów przestrzennych. Oczywistość jednak, jaką pewne prawdy geometryczne posiadają, ich konieczność i powszechność pozostaje nadal ważnym problemem filozoficznym, którego rozwiązanie przez odwoływanie się do prostych nawyknień umysłu pozostaje nadal bardzo wątpliwem.

§ 3. Rozważmy teraz wszystkie owe korzyści, jakie przynosi nam aksjomatyzacja teoryj dedukcyjnych, na które matematycy już niejednokrotnie zwracali uwagę. Przedewszystkiem więc poszukiwanie układu aksjomatów już samo

[1] »Das wesentliche an Hilberts Grundlegung der Geometrie ist es, dass hier zum erstenmal in der Aufstellung des Axiomensystems von vornherein die Sonderung des Mathematischen und Logischen von dem Räumlich-Anschaulichen — und damit von der erkenntnisstheoretischen Grundlagen der Geometrie — restlos durchgefürt und mit voller Schärfe zum Ausdruck gebracht wurde«. Bernais, l. c. Die Naturwissenschaften r. 1922, str. 95.

jako takie posiada wielkie znaczenie poznawcze; wyszukiwanie bowiem tych własności przedmiotów, na których teorja rzeczywiście opiera się, pozwala nam wniknąć głębiej w istotę teorji. Ponieważ tylko same aksjomaty mają określać własności tych przedmiotów, przeto znalezienie takiego zupełnego układu aksjomatów staje się zadaniem pierwszorzędnej wagi. Zbiór aksjomatów danej teorji musi być nie tylko adekwatny, t. zn. wystarczający do wyprowadzenia wszystkich twierdzeń teorji, ale nadto winien spełniać szereg innych jeszcze wymagań, których stwierdzenie nasuwa cały szereg nowych problemów logicznych. Żądamy, aby układ był wolny od sprzeczności, i aby aksjomaty były od siebie niezależne; sposób, w jaki się te badania niesprzeczności i niezależności przeprowadza, jest ze stanowiska logicznego ogromnie interesujący. Pamiętać bowiem należy, że aksjomaty są dowolnemi założeniami; łącząc je razem, nie możemy zgóry wiedzieć, czy nie są one sprzeczne ze sobą. Sprzeczność ta może być nieraz głęboko ukryta, ze samego zaś wypisania czy wysłowienia aksjomatów nie można tego poznać[1].

Otóż dowód niesprzeczności aksjomatów bardzo często przeprowadza się w ten sposób, iż szuka się takiej ich interpretacji, przez którą dany układ aksjomatów przechodzi na inny, którego niesprzeczność już poprzednio była uznawaną. Tak np. dowód niesprzeczności aksjomatów geometrji przeprowadzał Hilbert w ten sposób, iż zakładając, iż liczby całkowite nie mogą mieć własności sprzecznych, szukał takiej interpretacji arytmetycznej pojęć geometrycznych, aby układ aksjomatów geometrji był spełniony. Przy takiem założeniu, układ aksjomatów geometrji, dając się sprowadzić do układu, wyrażającego własności liczb, zyskiwał dowód niesprzeczności. Kwestja możliwości innych dowodów niesprzeczności, bez zakładania niesprzeczności innego systemu aksjomatów, do dziś pozostaje otwartą[2].

[1] Dawne pojmowanie aksjomatów, jako oczywistych prawd, nie odczuwało potrzeby takiego zadania. Konieczność zbadania niesprzeczności aksjomatów wytworzyła dopiero metoda aksjomatyczna.

[2] Zob. Ajdukiewicz. Z metologji nauk dedukcyjnych Cz. II. O dowodach niesprzeczności aksjomatów, ust. 5. Hilberta absolutne dowody niesprzeczności aksjomatów logiki i arytmetyki.

Badanie niezależności aksjomatów nie ma równie donioslego znaczenia jak poprzednie. Ważne ono jest jednak o tyle, o ile ważnem jest odróżnienie aksjomatów od twierdzeń. Jeśli bowiem jakiś aksjomat zależny jest od innych, znaczy to, iż da się przy pomocy innych udowodnić, a zatem nie jest aksjomatem lecz twierdzeniem. Dowód niezależności pewnego aksjomatu polega (jeżeli już wiemy, że dany aksjomat jest niesprzeczny z resztą aksjomatów) na udowodnieniu, że założenie sprzeczne z nim nie jest sprzeczne z resztą aksjomatów. Wrazie bowiem zależności danego »aksjomatu« od reszty aksjomatów, założenie sprzeczne z nim, jako sprzeczne z wnioskiem z pozostałych aksjomatów, prowadziłoby do sprzeczności z nimi.

Aksjomatyzacja nauk dedukcyjnych nie tylko zaspakaja nasze potrzeby poznawcze, pozwalając nam głębiej wniknąć w istotę tych teoryj, ale nadto nasuwa cały szereg nowych problemów, natury najogólniejszej, których poruszenie jednak zostawiamy sobie na sam koniec niniejszego rozdziału. Obecnie zaś zwrócimy uwagę na drugą ważną korzyść metody aksjomatycznej, mianowicie na jej rolę jako środka ekonomicznego w naszem myśleniu. Metoda aksjomatyczna pozwala nam bowiem na przenoszenie całych teoryj z jednej dziedziny do drugiej, jeśli się okaże, że obie mają tę samą grupę aksjomatów. Wtedy zaoszczędzamy sobie pracy dowodzenia twierdzeń drugiej teorji. Z każdego twierdzenia jednej teorji przez prostą zmianę interpretacyj, wchodzących w jej skład pojęć, zyskujemy twierdzenie drugiej teorji, którego nie potrzebujemy już osobno udowadniać, gdyż jest ono już udowodnione przez sam fakt, iż analogiczne twierdzenie pierwszej teorji jest prawdziwe. Jako przykład przytoczyć można zasadę dwoistości geometrji rzutowej. »Polega ona na tem, że jeśli w jakiemkolwiek twierdzeniu geometrji płaskiej, wyrażającem własności t. zw. rzutowe (dotyczące przechodzenia prostych przez punkty i leżenia punktów na prostych, lecz nie długości odcinków między punktami i nie wielkości kątów między prostemi), zastąpimy wszędzie wyraz »punkt« przez wyraz »prosta«, oraz wyrażenie »przechodzić przez« przez »leżeć na« i t. d. i odwrotnie, to otrzymamy znów twierdzenie prawdziwe (naogół

różne od pierwotnego). Ten na pierwszy rzut oka dziwny fakt dowodzi się prosto: punkt i prosta abstrakcyjna, określone tylko przez układ tych aksjomatów, które nie mówią o mierze (długości odcinka i wielkości kąta), są pojęciami identycznemi, aksjomaty te bowiem można sprowadzić do formy zupełnie symetrycznej względem wyrazów »punkt« i »prosta« (o ile w układzie aksjomatów nie rozróżniamy elementów niewłaściwych (t. j. nieskończenie odległych) od właściwych«)[1].

Co więcej tą drogą można sobie oszczędzić pracy w wyprowadzaniu twierdzeń dwu różnych teoryj dedukcyjnych, których aksjomaty są tylko częściowo ze sobą zgodne, jeśli wszystkie aksjomaty jednej teorji są częścią aksjomatów drugiej. Tak np. aksjomaty geometrji rzutowej można uzyskać z aksjomatów geometrji zwykłej (metrycznej) przez odrzucenie aksjomatów pojęcia »miary« (t. j. »długości odcinka« i »wielkości kąta«), czyli t. zw. aksjomatów przystawania.

Przykładów takiej wielorakiej interpretacji zaksjomatyzowanej teorji dedukcyjnej można znaleźć znacznie więcej. Tak np. we wzmiankowanej już geometrji rzutowej obok cytowanego dualizmu punktu i prostej istnieje też dualizm punktu i płaszczyzny, polegający na tem, iż pewne twierdzenia tejże geometrji dadzą się przekształcić na inne równie prawdziwe, jeśli w nim punkty zastąpimy przez płaszczyzny, a płaszczyzny przez punkty, proste zaś zatrzymamy w tych samych związkach, jakie one tworzą bądźto z punktami, bądź z płaszczyznami. A więc np. dwom twierdzeniom jednej interpretacji, że dwa punkty wyznaczają jedną prostą, a trzy punkty, nie leżące na tej samej prostej, wyznaczają jedną płaszczyznę, odpowiadają w drugiej interpretacji twierdzenia, iż dwie płaszczyzny wyznaczają jedną prostą, a trzy płaszczyzny, nie mające razem żadnej prostej wspólnej, wyznaczają jeden punkt.

Aksjomatyzacja praw logiki, jaką zawiera logika algebraiczna Couturata, przynosi szereg wzorów, w których zarówno wyrażane są prawa, dotyczące stosunków między po-

---

[1] Janiszewski. Podstawy geometrji w Poradniku dla samouków.

jęciami, jako też stosunków między sądami. W każdej z tych dwu interpretacyj, propozycjonalnej i konceptualnej, trzeba odnośne wzory czytać inaczej. Nietylko odnośne litery trzeba uważać raz na znaki pojęć, drugi raz za znaki sądów, lecz także np. znaczek inkluzji w każdej interpretacji należy uważać za znak osobnego pojęcia, raz pojęcia podporządkowania w odniesieniu do pojęć, drugi raz za znak implikacji w odniesieniu do sądów. Można jednak obie interpretacje sprowadzić do jednej, uważając, że zarówno pojęcia jak i sądy oznaczają pewne klasy czyli zbiory przedmiotów, i wtedy uzyskamy trzecią interpretację klasową, stojącą niejako ponad temi dwiema, należy tylko wówczas pominąć te aksjomaty, które właściwe są tylko jednej stronie, rachunkowi zdań, gdyż, jak się okazuje, rachunki zdań i pojęć nie są zupełnie identyczne, lecz przedstawiają pewne rozbieżności. Obok aksjomatów i praw wspólnych interpretacji, konceptualnej i propozycjonalnej, istnieją aksjomaty i prawa właściwe tylko rachunkowi zdań.

W każdej z dwu wymienionych interpretacyj logiki algebraicznej istnieje nadto prawo dualności, wyrażające symetryczność między funkcjami logicznemi mnożenia i dodawania.

Ale istnieją jeszcze inne interpretacje wzorów logiki algebraicznej, należące do matematyki, np. do rachunku prawdopodobieństwa, albo do teorji liczb. »Zakres przedmiotów rachunku tworzy w tej interpretacji zbiór dzielników jednej (dowolnie obranej) liczby. Iloczyn logiczny dwu przedmiotów tego rachunku — to największy wspólny dzielnik; suma logiczna — to najmniejsza wspólna wielokrotność; zero logiczne — to jedynka, a jedynka logiczna — to liczba obrana; wzór $a < b$ oznacza podzielność liczby b przez a« [1].

Z aksjomatów pewnej teorji dedukcyjnej, można tworzyć aksjomaty nowej teorji, nie tylko przez odrzucenie pewnych aksjomatów, tworząc teorje w ten sposób ogólniejsze, jaką jest np. geometrja rzutowa w stosunku do zwykłej metrycznej, ale także przez zaprzeczenie pewnych aksjomatów i wprowadzenie na ich miejsce aksjomatów od-

[1] Janiszewski, L. c.

miennych, sprzecznych z pierwszemi. W ten sposób powstały z geometrji euklidesowej geometrje nieeuklidesowe, odrzucając aksjomat o równoległych i wprowadzając równocześnie na jego miejsce inny, z tamtym niezgodny. Jakkolwiek te geometrje mają aksjomaty częściowo z sobą niezgodne, to jednak ponieważ np. niektóre własności t. zw. płaszczyzn nieeuklidesowych dadzą się zrealizować na powierzchniach krzywych przestrzeni trójwymiarowej euklidesowej, przeto istnieje pewna odpowiedniość twierdzeń o figurach geometrycznych na powierzchniach tych różnych gieometryj. Mamy tu na myśli wzory trygonometryczne dla trójkątów sferycznych i trójkątów pseudosferycznych (geometrji Łobaczewskiego). Odpowiedniość tych wzrów, jak się okazało, można także w ten sposób wyrazić, iż trygonometrja pseudosfery (hiperboliczna) jest identyczna z trygonometrją na kuli o promieniu równym jednostce urojonej $i = \sqrt{-1}$. Dzięki temu, chcąc z wzoru tyczącego się trójkąta sferycznego uzyskać odpowiedni wzór dla trójkąta hiperbolicznego, wystarczy tylko w miejce trygonometrycznych funkcyj boków wstawić odpowiednie funkcje hiperboliczne, a funkcje trygonometryczne kątów zostawić bez zmiany.

W ten sposób wzór trygonometrji sferycznej, iż dostawa przeciwprostokątni równa się iloczynowi dostaw obu przyprostokątni

$$\cos c = \cos a \,.\, \cos b$$

przechodzi na wzór tryg. hiperbol.

$$\cos.\text{hip}.\,c = \cos.\text{hip}.\,a \,.\, \cos.\text{hip}.\,b.$$

Albo twierdzenie, iż wstawa przyprostokątni równa się iloczynowi wstawy przeciw prostokątni i wstawy kąta przeciwległego

$$\sin a = \sin c \,.\, \sin \lambda$$

na

$$\sin \text{hip}.\,a = \sin.\text{hip}.\,c \sin \lambda$$

Rozwijając odnośne funkcje na szeregi i zachowując z nich tylko wyrazy najniższych rzędów, uzyskamy odpowiednie wzory trygonometrji euklidesowej:

$$c^2 = a^2 + b^2$$
$$a = c \sin \lambda$$

Widzimy więc, że wzory geometrji nieeuklidesowych zbliżają się asymptotycznie do formuł geometrji euklidesowej, jako do pewnych wartości granicznych. Zatem formuły tej ostatniej geometrji nie są równorzędne z poprzedniemi, lecz są zawarte w tamtych jako pewien wspólny wypadek graniczny, co odpowiada temu, iż przestrzeń euklidesowa posiada krzywiznę zero, w przeciwieństwie do tamtych, które posiadają t. zw. krzywizny różne od zera: dodatnią lub ujemne. Analogiczne związki można uzyskać także np. dla powierzchni kół wszystkich trzech geometryj. Uzyskiwanie jednak wzorów euklidesowych powyższą drogę nie byłoby już środkiem ekonomicznym, chyba, że ekonomiczną nazwiemy każdą zasadę, która wprowadza pewien porządek w naszem myśleniu.

Trzecią ważną korzyścią metody aksjomatycznej jest możność posługiwania się nią jako pewnym środkiem heurystycznym w badaniach naukowych. Mianowicie może ona być użyta, jako metoda wprowadzania zupełnie nowych pojęć. Zamiast więc szukać układu aksjomatów dla danej teorji i pojęć już gotowych, szuka się przeciwnie nowych pojęć, czyniących zadość pewnym warunkom. Warunki te ujmuje się w szereg aksjomatów czyli postulatów, które mają określać szukane pojęcie. Metoda ta, definjowania nie wprost lecz zapomocą postulatów, aby szukane pojęcie spełniało pewne warunki, była zresztą znana już dawniej, a tylko została obecnie ujętą w formę metody aksjomatycznej.

§ 4. Rozpatrzywszy genezę, istotę i znaczenie metody aksjomatycznej, zwrócimy jeszcze uwagę na kilka kwestyj natury ogólnej, które wyłoniły się wskutek coraz to szerszego stosowania i rozpowszechnienia tej metody. I tak wysuwa się naprzód sprawa różnicy między teorją dedukcyjną czystą, a stosowaną.

Sposób, w jaki się abstrahuje od intuicyjnego sensu wyrazów, może przechodzić rozmaite stopnie, zależnie od tego, jaki dział teoryj dedukcyjnych ulega aksjomatyzacji. W skład każdej teorji dedukcyjnej muszą wchodzić pewne symbole logiczne. Otóż najczęściej dzieje się tak, iż aksjomatyzując jakąś teorję matematyczną, abstrahujemy tylko od sensu intuicyjnego terminów czy symbolów tej specjalnej teorji, ale zachowujemy sens intuicyjny zachodzących w nich symbolów logiki. Taki też stan mieliśmy przeważnie na myśli, opisując aksjomatyzację teoryj dedukcyjnych. Można jednak w tym kierunku abstrahowania posunąć się jeszcze dalej, odrzucając sens intuicyjny wszelkich wogóle symbolów nawet i logicznych, dochodząc w ten sposób do koncepcji teoryj oderwanych w znaczeniu bezwzględnem, w których kombinowanie znaczków staje się podobne do ruchu figur przy grze w szachach. Wówczas wiele teoryj, uchodzących poprzednio za zaksjomatyzowane, będą uchodziły już za stosowane. Zwykła logika staje się wówczas logiką, stosowaną w przeciwieństwie do oderwanej, w której jednak ani o prawdzie ani fałszu mówić nie można, gdyż aksjomaty ani twierdzenia nie są tam nawet zdaniami. Koncepcję tak pojętej aksjomatyzacji omawia Ajdukiewicz w pracy »Z metodologji nauk dedukcyjnych«, nazywając też tak pojętą aksjomatyzację, w przeciwieństwie do zwykłej, formalizacją teoryj dedukcyjnych. Przykład takiej naprawdę czystej aksjomatyki widzi w podanej przez Hilberta próbie aksjomatyki arytmetyki i logiki.

Sprawa oddzielenia teoryj czystych od stosowanych wiąże się jak widzimy, ze sprawą bezsensowości symbolów. Według naszego rozumienia, symbol przy najbardziej oderwanej teorji posiada znaczenie o tyle, iż mamy przy nim zawsze na myśli jakiś przedmiot, biorąc ten wyraz w najogólniejszem znaczeniu, a więc jakiś »Gedankending«, ten przedmiot zaś nadto przez swą możność wchodzenia w pewne określone związki, przybiera tem samem w oczach naszych pewne potencjalne własności. I autor w uwadze skłania się do przypuszczenia, iż gdy mówi się o symbolach, nie chodzi o sam znaczek, ale o pewną formę idealną, i ostatecznie kwestję istoty symbolu zostawia nierozstrzygniętą, jakkolwiek kilkakrotnie powtarza, że symbol niema w teorji czystej żadnego znaczenia. Razić też może słusznie stosowanie nazwy logiki do logiki sformalizowanej, skoro ta nam nic o prawdziwości ani fałszu nie mówi. Zasadniczy lęk przed czynnikami intuicyjnemi przy aksjomatyzacji nie jest usprawiedliwiony, o ile te czynniki nie wprowadzają żadnej niejasności, wieloznaczności, albo czegoś dla danej teorji nie-

istotnego. Autor zresztą sam przyznaje, że są pewne czynniki intuicyjne, które nie dadzą się wyrugować z żadnej najbardziej sformalizowanej teorji. Do tych należy postulat egzystencji[1].

Nazwy szczegółowe różnych nauk dedukcyjnych winny być zachowane tylko dla nauk »stosowanych« ze stanowiska aksjomatyki, gdyż formalizacja prowadzi do uzyskania pewnego szkieletu dedukcyjnego, który może być wspólny kilku naukom dedukcyjnym, i mógłby dlatego nosić nazwy, zapożyczone od kilku nauk. Pewne trudności nastręcza też kwestja prawdziwości lub fałszu w odniesieniu do teoryj zaksjomatyzowanych i to nawet nie zupełnie oderwanych. Jeśli bowiem zgodzimy się na to, iż aksjomaty teorji są nieraz dowolnemi założeniami, a zdania tej teorji są tylko funkcjami propozycjalnemi, które jako takie nie są ani prawdziwe ani fałszywe, lecz stają się takiemi, gdy za symbole zmienne wstawiać będziemy pewne wartości, wówczas przyjąć musimy, że i w teorjach dedukcyjnych niezupełnie sformalizowanych nie można mówić o prawdziwości lub fałszu w istotnem znaczeniu. Można tam używać tego terminu tylko w pewnem znaczeniu przenośnem, mówiąc, iż teorja dedukcyjna jest prawdziwą, jeśli prowadzi do twierdzeń prawdziwych w obrębie swoich nauk »stosowanych«.

ROZDZIAŁ II.

Współczesne próby aksjomatyzacji fizyki.

§ 1. Przyrodoznawstwo, jak wogóle wszystkie nauki empiryczne, nauki o faktach, posługuje się metodą badania, która jest odwrotnością metody dedukcyjnej, stosowanej przez matematykę. Podczas gdy w tej ostatniej dochodzimy do twierdzeń nowych, wysnuwając je jako konsekwencje z aksjomatów lub twierdzeń już poprzednio z aksjomatów wysnutych, jako ich racji, szukamy więc ciągle nowych konsekwencyj znanych nam racyj, tutaj postępujemy wręcz odwrotnie, tłumaczymy bowiem różne zjawiska w ten sposób,

[1] Ajdukiewicz. L. c., str. 62.

że szukamy pewnych racyj, z którychby owe sądy o faktach, jako ich konsekwencje, wynikały. Powyższa jednak charakterystyka czysto logiczna przyrodniczej metody badań, jako rozumowania redukcyjnego, jako inwersji dedukcji (Jevons, Sigwart), zamało zdaje sprawę z dróg, po jakich metody tych badań kroczyły, i nie pozwala nawet na uwydatnienie owych różnic, jakie dziś jeszcze w poglądach na zadanie przyrodoznawstwa istnieją. Wszak i w stadjum animistycznem, gdy człowiek wszystkie zjawiska sprowadzał do działania czynników nadprzyrodzonych, lub gdy później zadowalał się tautologicznem objaśnieniem wszystkiego zapomocą sił, to tłumaczenie rownież odpowiadało schematowi logicznemu szukania racji do sądów o faktach jako ich konsekwencyj. Dla badań przyrodniczych nie jest więc obojętny sam wygląd racji, ani też nie jest obojętne, jak się pewne zjawiska obserwuje. Obserwacja winna być zawsze połączona z dokładnym pomiarem ilościowym, a racje dziś prawie niczem więcej nie są, jak tylko wyrażeniem pewnych stałych związków ilościowych między faktami. Dzięki temu znaczna część nauk przyrodniczych, i tę głównie mamy na uwadze, stała się terenem matematyki stosowanej. Prawa przyrody, wyrażające stałe związki następstw i współczesności, o ile zawierają w sobie składniki hipotetyczne, muszą być sprawdzone; nadto dążymy do tego, aby dały się one powiązać w system konsekwentny, wolny od sprzeczności, dający możność stworzenia jednolitej teorji naukowej. Sprawdzenie hipotez, dążność do usuwania sprzeczności między teorjami, próby powiązania nowozaobserwowanych faktów z teorjami już istniejącemi, wszystko to sprawia, iż badania przyrodnicze w czasach nowożytnych przybrały charakter żywej rozmowy z przyrodą, w której chodzi przedewszystkiem o umiejętny sposób stawiania pytań, celem uzyskania dających wiele do myślenia odpowiedzi. Jest to prawdziwy rozwój procesu dialektycznego — że użyjemy słów Hegla — jakkolwiek w innem znaczeniu; każde umiejętnie postawione pytanie musi znaleść odpowiedź, każda odpowiedź przyrody staje się źródłem nowych pytań. Na ten proces dialektyczny składa się wysiłek całej pracującej ludzkości, a żadna sztuczna konstrukcja filozoficzna lub spekulacja nie

jest w stanie tego procesu zastąpić, ani w jaki sposób przeskoczyć.

O ile przyrodoznawstwo staje się pewnem działem matematyki stosowanej, pogłębienie logiczne metody badań matematycznych, jakie dokonywa się przez aksjomatyzację tychże, nie pozostaje bez wpływu i na nie. To bowiem, iż metoda indukcyjna nauk empirycznych jest inwersją dedukcji, stosowanej przez matematykę, ma doniosłość tylko dla samej heurezy, w systematycznym układzie zdobytych już raz wiadomości zachowujemy i tutaj bardzo często tok dedukcyjny, staramy się nadać nauce o ile możności wygląd zaokrąglonej teorji, w której prawa ogólniejsze idą przed szczegółowemi, szczegółowe przed ich konkretnemi zastosowaniami. Stąd też ta część przyrodoznawstwa matematycznego, która jest podstawą wszystkich innych nauk przyrodniczych, fizyka, nosi w bardzo wielu swoich działach charakter nauki ściśle dedukcyjnej, pomimo iż prawa jej zostały zdobyte na drodze indukcyjnej. Prawa tej nauki dają się wyrazić w symbolach matematycznych, zwykle są to równania różniczkowe. Różnica między tą matematyką stosowaną, a czystą w zwykłem tego słowa znaczeniu, polega tylko na tem, że symbolom matematycznym muszą się dać tutaj przyporządkować pewne znaczenia konkretne, pewne zjawiska zaobserwowane pewne wielkości, dające się wymierzyć bez względu na to, czy to są wielkości zmienne czy stałe. Geometrja tutaj stosowana nie może być dowolną geometrją abstrakcyjną, ale musi to być »geometrja świata«, która jako taka musi być również zaliczona do nauk przyrodniczych. Sama ta okoliczność, iż symbole matematyczne fizyki muszą być tak dobrane, aby można pod nie podporządkować pewne dane empiryczne, nie przeszkadza jej aksjomatyzacji, lecz sprawia tylko, lub może sprawić ten skutek, iż aksjomatyka może zczasem podlegać pewnym zmianom, gdyż fizyka nie jest nauką zamkniętą, a rozwój jej nie jest wolny od pewnych niespodzianek. Nad aksjomatyzacją różnych działów fizyki pracowały też i pracują najwybitniejsze umysły matematyków, zdając sobie sprawę z tego, iż praca taka wychodzi zarówno na korzyść fizyki, jako też matematyki oraz teorji poznania. Pozwolimy sobie tu przytoczyć piękny ustęp z artykułu Hilberta p. t. Axiomatisches Denken«[1], którego pierwsze zdanie właśnie tej kwestji dotyka. »Jak w życiu narodów jeden naród tylko wtedy może się rozwijać, gdy wszystkim ludom sąsiednim dobrze się wiedzie, i podobnie jak interes państw wymaga, aby nie tylko w obrębie jednego pojedynczego państwa panował porządek, lecz muszą być także stosunki państw między sobą dobrze ułożone, tak samo też dzieje się i w życiu nauk. Zdając sobie sprawę z tego faktu najwybitniejsi przedstawiciele myśli matematycznej żywili zawsze wielki interes dla praw i porządku w naukach sąsiednich i przedewszystkiem gwoli korzyści matematyki samej kultywowali oddawna stosunki z naukami sąsiedniemi, zwłaszcza z wielkiemi dziedzinami fizyki i teorji poznania«. Artykuł kończy się słowami: »Jestem przekonany, że wszystko, co wogóle może być przedmiotem myślenia naukowego, o ile dojrzałe jest do tworzenia teorji, podlega metodzie aksjomatycznej a tem samem pośrednio matematyce. Wnikając w coraz głębiej leżące pokłady aksjomatów, zyskujemy coraz głębsze zrozumienie istoty naukowego myślenia i coraz lepiej zdajemy sobie sprawę z jedności naszej wiedzy. Pod znakiem metody aksjomatycznej okazuje się matematyka powołaną do odegrania przodującej roli w nauce wogóle«.

Dotychczas nie zdołano jeszcze przeprowadzić aksjomatyzacji całej fizyki w sposób wyczerpujący i wolny od wszelkich zarzutów, jakkolwiek potrzeba takiej pracy dziś zwłaszcza przez wszystkich fizyków dotkliwie jest odczuwana. Nadto nie należy zapominać i o tem, że wynik takiej pracy może być zawsze tylko prowizoryczny, ważny tylko dla pewnego stadjum nauki. Istnieją jednak dość udatne próby aksjomatyzacji pewnych działów fizyki, a nawet prace nieźle orjentujące w dotychczasowych wysiłkach nad aksjomatyzacją wszystkich działów fizyki. Najwcześniejsze były próby aksjomatyzacji mechaniki, której to sprawie poświęcona jest praca Hamla: »Über die Grundlagen der Mechanik«. Wielkie zasługi około aksjomatyzacji pewnych działów fizyki położył twórca aksjomatyki geometrji, Hilbert. Obok aksjomatyzowania kine-

[1] Matematische Annalen, rocznik 78, 1918.

tycznej teorji gazów, oraz elementarnej teorji promieniowania, podjął się Hilbert w pracy: »Grundlagen der Physik« zaksjomatyzowania całej fizyki na podstawie ogólnej teorji względności, oraz pracy Mie'a: »Grundlagen einer Theorie der Materie«. Bardzo dobry artykuł orjentujący o aksjomatach fizyki współczesnej napisał Arthur Haas w »Axiomatik der modernen Physik«, i na nim w dalszym ciągu oprzemy się.

§ 2. Rozwój aksjomatów przyrodoznawstwa matematycznego idzie ściśle w parze z historją fizyki teoretycznej, z historją wysiłków, zmierzających w tym kierunku, aby z kilku możliwie jak najprostszych zasad uzyskać drogą dedukcyj czysto matematycznych jak największą ilość praw szczegółowych, tłumaczących zjawiska napotykane w przyrodzie, i aby w ten sposób uzyskać całość logicznie uporządkowaną i przejrzystą. Ślady podobnej pracy napotykamy już w starożytności w dziełach Archimedesa, tyczących się statyki, oraz w przypisywanych Euklidesowi dwu pismach, tyczących się zjawisk pespektywy i katoptryki.

Jako właściwego twórcę aksjomatyki fizykalnej wymienia się zwykle Kartezjusza, który pierwszy rozwija w swoim systemie filozoficznym ideał »matematyki uniwersalnej«, wychodzącej z zasady, iż nasze poznanie świata zewnętrznego winno być natury czysto matematycznej, że fizyka winna być ujęta w systemat logiczny na wzór geometrji. »Apud me omnia fiunt mathematice in natura »pisze Kartezjusz w liście do swego przyjaciela Mersenne'a. Cały wszechświat pojęty jest u niego jako jeden olbrzymi mechanizm, a odcyfrowanie praw tego mechanizmu uważa Descartes za jedno z głównych zadań swojej filozofji. Zadanie to wydawało mu się tem łatwiejsze, iż istotę materji widział on w samej rozciągłości, a prawa mechaniki uważa on za identyczne z prawami całej przyrody. To też w drugiej księdze swoich zasad filozofji jako trzy najwyższe prawa przyrody wymienia właśnie prawa tyczące się ruchu ciał, i do nich usiłuje sprowadzić wszystkie znane zjawiska. Jeśli dziś ów wysiłek Kartezjusza wydaje się nam śmieszny wobec skromności środków, jakiemi autor dysponował, to program jego pozostał niemniej ideałem dla wszystkich jego następców, jakkolwiek w znacznie zmienionej postaci. Ideał ten, chociaż na innych założeniach oparty,

urzeczywistnia częściowo Newton w swoich »Principia mathematica philosophiae naturalis«, a z końcem wieku 18-go metoda dedukcyjna fizyki dochodzi do szczytu doskonałości w mechanice analitycznej Lagrange'a.

Podstawą praw mechaniki są t. zw. równania ruchu, odpowiadające drugiemu prawu Newtona, wedle którego dokonująca się w jednostce czasu zmiana tak zwanej ilości ruchu jest proporcjonalna do siły działającej i odbywa się w jej kierunku. Idąc za przykładem Eulera, który połączył mechanikę z analityczną geometrją przestrzeni, wyraża się zwykle to prawo w trzech równaniach, zasadniczo równych a różniących się tylko wskaźnikami trzech składowych przestrzennych. Podobne prawo, sformułowane dla punktu materjalnego, tworzy się następnie dla »ciał sztywnych«, a wreszcie jako ogólne podstawowe prawo mechaniki formułuje się je dla mas rozprzestrzenionych w sposób ciągły z tą tylko odmianą, że w miejsce pojęć ilości ruchu i siły występują gęstości tych wielkości. Prawo to wyraża więc, iż gęstość siłowa, t. zn. siła, przypadająca na jednostkę objętości ciała, równa się dokonującej się w jednostce czasu zmianie zawartej w jednostce objętości ilości ruchu. Ponieważ ilość ruchu bywa też nazywana impulsem, przeto zasada, wyrażona w tem prawie, nazywa się też zasadą impulsu. Nie wystarcza ona jednak do opisu zjawisk ruchu w ciałach ciągłych. Obok innych specjalnych założeń, tyczących się związku między gęstością a ciśnieniem, potrzebne jest prawo, zwane w fizyce teoretycznej równaniem ciągłości, które jest analitycznym wyrazem niezniszczalności masy. Tak więc »zasada impulsu i zasada zachowania masy stanowią razem fundament mechaniki teoretycznej«[1]. Pierwsza wyraża się w trzech równaniach, druga w jednem, z tych zaś czterech równań podstawowych drogą dedukcyj matematycznych można wyprowadzić wszystkie inne twierdzenia mechaniki, z których najważniejszem jest prawo zachowania energji w procesach czysto mechanicznych. Aż do końca 18-go wieku badania aksjomatyczne fizyki ograniczały się tylko do mechaniki. Dopiero z początkiem wieku 19-go zaczęto za wzo-

[1] Arthur Haas. Die Axiomatik der modernen Physik.

rem Newtona i Lagrange'a podejmować podobne wysiłki dla innych działów fizyki. Jako pendant do analitycznej mechaniki Lagrange'a stworzył Fourier swoją »analityczną teorję ciepła«. Fresnel zaś zdołał na podstawie kilku hipotez wyjaśnić cały szereg zjawisk optycznych. W połowie wieku 19-go zdołano ująć w szereg aksjomatów zjawiska elektryczności i magnetyzmu. Wyrażały one prawo Coulomba, jako podstawę elektrostatyki, takież prawo Coulomba dla magnetostatyki połączone razem z faktem doświadczalnym, iż nie istnieje nigdzie w przyrodzie magnetyzm wolny, prawo Biota i Sawarta jako podstawę elektromagnetyzmu i prawo indukcji jako podstawę zjawisk magnetoelektrycznych. Ponieważ prawa indukcji i elektromagnetyzmu w analitycznem przedstawieniu wyrażały się w parze równań trójkowych, zaś prawa Coulomba, (wyrażone w formie równań Laplace-Poissona w zastosowaniu do elektrostatyki i magnetostatyki) dawały po jednem równaniu, przeto cała teorja zjawisk elektryczności i magnetyzmu sprowadzała się do ośmiu równań zasadniczych, a więc ilości dwa razy tak wielkiej jak prawa mechaniki.

W tym samym mniejwięcej czasie zdołano też sformułować aksjomaty termodynamiki, sprowadzając ją do dwu zasad, z których pierwsza wyraża równoważność ciepła z pracą mechaniczną, druga zaś znana jest pod nazwą zasady wzrostu entropji. Tak więc około połowy wieku 19-go był już osiągnięty rezultat taki, iż pojedyncze działy fizyki dawały się sprowadzić do nielicznej ilości twierdzeń aksjomatycznych. »Były nimi cztery podstawowe równania mechaniki, następnie ośm równań elektromagnetycznych, pewna liczba optycznych, dwa równania termodynamiki i wreszcie jeszcze jedno, że tak powiemy, równanie astronomiczne, które jako podstawa mechaniki nieba wyrażało prawo grawitacji Newtona«[1].

Taki stan rzeczy nie mógł jednak zadowalać w zupełności; wobec tego, iż zjawiska przyrody, najbardziej nawet różnorodne pozostają jednak w ścisłej zależności między sobą, a wszechświat zdaje się tworzyć całość organiczną,

[1] L. c.

nieprawdopodobnem z góry wydawać się musiało przypuszczenie, aby aksjomaty różnych działów fizyki pozostawały w absolutnej od siebie niezależności. Jako i dalsza praca fizyków podejmowana w tym kierunku została w drugiej połowie wieku 19-go uwieńczona dwoma bardzo poważnymi rezultatami; z jednej strony kinetyczna teorja materji okazała możność sprowadzenia praw nauki o cieple do praw mechaniki, z drugiej strony elektromagnetyczna teorja światła Maxwella pozbawiła zasadnicze prawa optyki charakteru samodzielnych i niezależnych aksjomatów sprowadzając je do aksjomatów elektrodynamiki. Co się tyczy teorji pierwszej, to ta przy założeniu, iż ciepło polega na niedostrzegalnym ruchu drobnych cząstek materjalnych, czyniła odrazu zrozumiałą pierwszą zasadę termodynamiki, iż pewna ilość ciepła jest zawsze równoważną pewnej ilości pracy mechanicznej; natomiast powstawała pewna trudność co do pogodzenia drugiej zasady termodynamiki z mechanistycznem pojmowaniem zjawisk cieplnych. Trudność tę usunął Boltzmann, wskazując na to, iż zniknie ona, jeśli drugiej zasadzie termodynamiki nie będziemy przypisywać bezwzględnej ścisłości matematycznej, lecz pojmiemy ją jako regułę prawdopodobieństwa ważną w praktyce z ogromnem przybliżeniem[1]. Elektromagnetyczna teorja światła Maxwella uczyniła natomiast zbytecznemi osobne aksjomaty optyki, gdyż okazało się że przez odpowiednią interpretację równań elektromagnetycznych można z nich drogą dedukcyj matematycznych uzyskać optyczne hipotezy Fresnela. Ośm równań Maxwella, w których później co prawda teorja elektronowa wprowadziła pewne poprawki stały się wspólną podstawą dla zjawisk elektryczności, magnetyzmu i światła. Z równań tych, jak to pierwszy wykazał Poynting, można znowu drogą dedukcji matematycznych uzyskać równania, które wyraża zasadę zachowania energji w polu elektromagnetycznem. Podobnie więc, jak zasada zachowania energji mechanicznej da się wyprowadzić z podstawowych równań mechaniki, tak z równań Maxwella da się wyprowadzić zasada zachowania energji elektromagnetycznej.

[1] Loria. Der Wettkampf zweier Weltanschauungen in der Physik. Die Naturwissenschaften 1918. Heft 15.

§ 3. W ten sposób pozornie od siebie niezależne aksjomaty różnych działów fizyki dawały się sprowadzić do dwu grup, do podstawowych równań mechaniki oraz do podstawowych równań pola elektromagnetycznego. Zaczęły się jednak wkrótce mnożyć zjawiska, które wskazywały, że i te dwa działy nie mogą być od siebie niezależne. Nowe światło na stosunek praw mechaniki do praw elektryczności rzuciła teorja względności, dzięki której podstawowe równania fizyki zyskały formę bardziej harmonijną i przejrzystą. W teorji tej od czasów Minkowskiego posługujemy się czteroosiowym układem współrzędnych, wprowadzając obok trzech osi przestrzennych, jako czwartą, oś czasową, chociaż właściwie służy ona do przedstawiania iloczynów z czasu i prędkości światła, przez co zyskuje ona także wymiar długości. Wskutek tego, podczas gdy we fizyce klasycznej wielkości kierunkowe, czyli t. zw. wektory posiadały zawsze trzy składowe, w teorji względności występują w ich miejsce t. zw. wektory czwórkowe, to znaczy wielkości kierunkowe o czterech składowych. Otóż teorja względności wykazuje, że pole elektromagnetyczne da się w zupełności wyznaczyć zapomocą czterowymiarowego wektora, zwanego potencjałem czwórkowym. Trzy przestrzenne składowe tego potencjału są identyczne ze składowemi wprowadzonego już przez Maxwella do teorji zjawisk elektromagnetycznych potencjału wektorowego, a czwarta składowa czasowa jest identyczną z prowadzonym przez Lorentza potencjałem polowym, który w wypadku pola statycznego staje się znanym potencjałem elektrostatycznym. Otóż ze składowych tego potencjału czwórkowego dadzą się uzyskać drogą czysto rachunkowych operacji wszystkie inne wielkości, które odgrywają pewną rolę w elektrodynamice. Z każdego wektora czwórkowego można drogę działania rachunkowego, odpowiadającego w analizie wektorów trójwymiarowych działaniu, zwanemu rotacją, albo »curl«, uzyskać t. zw. wektor szóstkowy, którego sześć składowych odpowiada istnieniu sześciu płaszczyzn współrzędnych w kontinuum czterowymiarowem. Drogą tejże operacji uzyskany z potencjału wektorowego wektor szóstkowy tworzy właśnie występujące w równaniach Maxwella składowe natężenia

pola elektrycznego i magnetycznego i nosi dlatego nazwę elektromagnetycznego tensora polowego. Ze składowych tego tensora drogę dalszych działań rachunkowych można uzyskać nowy wektor czwórkowy, zwany prądem czwórkowym, gdyż jak się z równań okazuje, trzy składowe przestrzenne tego wektora tworzą składowe gęstości prądu, czwarta czasowa gęstość ładunku.

Te trzy grupy wielkości składowe potencjału czwórkowego, tensora polowego i prądu czwórkowego, dające się jednak wszystkie obliczyć ze składowych potencjału czwórkowego, wystarczają do wyrażenia całkowitej treści ośmiu równań Maxwellowskich. Dzięki powyższej symbolice dadzą się one ułożyć w dwie czwórki równań, z których jedna wyrażać będzie zasadę zjawisk elektromagnetycznych i prawo elektrostatyki. drugie prawo indukcji i prawo magnetostatyki. Dla aksjomatyki ma jednak bardzo doniosłe znaczenie następujący jeszcze szczegół, pozostający w związku z zależnością wszystkich tych symbolów, reprezentujących pewne dające się wymierzyć wielkości od składowych potencjału czwórkowego. Jeśli mianowicie będziemy uważać potencjał czwórkowy także pod względem fizykalnym za coś pierwotnie danego, (a nie tylko rachunkowym), to jedna z tych czwórek równań okaże się zbyteczną, i zamiast ośmiu, uzyskamy tylko cztery podstawowe równania elektromagnetyczne.

Z potencjału czwórkowego, tensora polowego i prądu czwórkowego można drogę działań rachunkowych uzyskać dalsze wielkości, n. p. tak zwaną siłę czwórkową. Najważniejszą z nich jednak jest wielkość, zwana tensorem energji i impulsu (w specjalnej teorji względności, zwane też przez Lauego tensorem światowym). Wielkości tensorowe, będące tworami matematycznymi wyższego niejako rzędu niż wektory, mają na ogół biorąc, w przeciwieństwie do czterech składowych wektorów, cztery razy po cztery, a więc szesnaście składowych. Ponieważ ostatni składnik naszego tensora, w którym wskaźnik 4 dwa razy występuje, oznacza właśnie gęstość energji elektromagnetycznej, dlatego tensor ten nosi nazwę tensora energji. W rzeczywistości nie posiada on szesnastu składowych, lecz tylko dziesięć, a to ze względu na pewne stosunki symetrji, panujące między jego

składowemi, które sprawiają, że np. składowa o wskaźniku 2, 3, jest identyczna ze składową o wskaźniku 3, 2, i t. d.). Jest to więc tensor symetryczny. Wymieniany już poprzednio tensor polowy czyli wektor szóstkowy, był także tensorem w zasadzie o szesnastu składowych, które jednak zdegenerowały do sześciu wskutek panujących w nim stosunków antisymetrji, ujawniających się w tem, iż składnik każdy zmienia znak algebraiczny przy zmianie porządku wskaźników, przez co wyrazy o równych wskaźnikach stają się zerami, a z pozostałych dwunastu, tylko sześć co do bezwzględnej wielkości różnią się od siebie.

Na symetrycznym tensorze energji można wykonywać dalsze operacje rachunkowe, z których szczególnie ważną jest operacja, zwana dywergencją. Nie mamy tu najmniejszej potrzeby wchodzić w istotę tego działania matematycznego, wystarczy tylko zaznaczyć, że już we fizyce klasycznej siła działająca na jednostkę objętości masy, rozpostartej w sposób ciągły dała się przedstawić jako dywergencja mechanicznego tensora napięcia, który tam odpowiednio do trzech kierunków przestrzennych posiadał, naogół biorąc, tylko dziewięć składowych. Otóż jeśli utworzymy dywergencję tensora energji dla układu zamkniętego, otrzymamy wartość zero. Rezultat operacji matematycznej sformułuje się w czterech równaniach różniczkowych, w których będą figurować pochodne składowych tensora energji według współrzędnych przestrzenno czasowych. Forma tych równań będzie się najzupełniej zgadzać z czterema podstawowemi równaniami mechaniki, które wyrażały zasadę impulsu i zachowania masy! Ten rezultat, uzyskany przez teorję względności, nasunął dalsze pomysły sprowadzenie praw podstawowych mechaniki do praw elektromagnetyzmu, przez co ideał jednolitej teorji wszystkich zjawisk fizykalnych stał się bardzo bliskim urzeczywistnienia. Źródło różności różnych działów fizyki przestaje wtedy leżeć w zjawiskach samych, lecz wynikać wówczas będzie z różnicy w punkcie widzenia obserwatora, w jego sposobie zmysłowego ujmowania zjawisk i ich interpretacji. Energja, która ciągle była stała, ale jednak ciągle się przeobrażała, przestaje wówczas być przeobrażającym się kameleonem, bo nie ona się prze-

obraża, lecz punkt widzenia człowieka, który zjawiska fizykalne swoimi zmysłami ujmuje.

Przedewszystkiem jako trwałą zdobycz teorji względności należy podkreślić sprowadzenie zasady zachowania masy do zasady zachowania energji. Jeśli bowiem cztery równania różniczkowe, uzyskane przez obliczenie dywergencji tensora energji, odniesiemy do mechaniki, wówczas czwarte z tych równań, które opisuje t. zw. strumień energji w polu elektromagnetycznem, będziemy musieli interpretować jako mechaniczne równanie ciągłości. To nas w dalszym ciągu doprowadzi do utożsamienia gęstości masy z gęstością energji, jako wielkości w zasadzie identycznych, a różniących się tylko współczynnikiem proporcjonalności, który wynika z różności miar, a równa się kwadratowi prędkości światła. Wszelka masa reprezentuje tedy pewne kwantum energji, wszelka energja posiada charakterystyczną dla masy bezwładność.

§ 4. Na uboczu pozostało dotąd tylko jedno zasadnicze prawo mechaniki, prawo grawitacji Newtona, na które dopiero ogólna teorja względności rzuciła pełne światło, wprowadzając zarazem nowy punkt widzenia do budowy aksjomatów fizyki. Zrywając z założeniem o euklidesowości przestrzeni fizycznej, wprowadził, jak wiadomo Einstein do czterowymiarowego świata Minkowskiego, wzory geometrji nieeuklidesowej. Stosunki zaś metryczne w dowolnem kontinuum czterowymiarowem wyznaczają się przez składowe tensora symetrycznego a takiej samej budowie jak poprzednio omawiany tensor energji w specjalnej teorji względności. Jeśli przyjmiemy, że składowe tego tensora, zwanego »metrycznym tensorem fundamentalnym«, nie są wielkościami stałemi, lecz że są funkcjami czterech współrzędnych przestrzenno-czasowych, dojdziemy do pojęcia pola metrycznego, które Einstein utożsamił z polem grawitacyjnem. W tej interpretacji dziesięć składowych fundamentalnego tensora metrycznego staje się zarazem tylomaż składowemi potencjału grawitacyjnego. One bowiem wyznaczają pole grawitacyjne w zupełnie tensam sposób, jak cztery składowe potencjału czwórkowego wyznaczają pole elektromagnetyczne. Powyższe jednak stanowisko doprowadza Einsteina do sformuło

wania w miejsce jednego prawa Newtona, które okazuje się prawdziwem tylko w pierwszem przybliżeniu, aż dziesięciu równań grawitacyjnych, które co prawda można, jeśli chodzi o krótkość, przedstawić także dzięki symbolice tensorowej, we formie jednego równania tensorowego. W ten sposób cały system fizyki dałby się sprowadzić do czternastu równań różniczkowych, dziesięciu równań grawitacyjnych i czterech równań elektromagnetycznych. Wszystkie zaś wielkości fizykalne dałyby się wyznaczyć zapomocą czternastu składowych, dziesięciu składowych potencjału grawitacyjnego oraz czterech składowych potencjału elektromagnetycznego.

Podczas gdy specjalna teorja względności wiązała w jedną nierozdzielną całość przestrzeń i czas, ogólna wiąże w sposób podobny przestrzeń, czas i materję. Ten właśnie związek uwydatnia się najsilniej w dziesięciu równaniach grawitacyjnych, które wiążą składowe tensora energji z pewnemi wyrażeniami różniczkowemi, utworzonemi ze składowych metrycznego tensora fundamentalnego. W ten sposób podstawowe prawa fizyki łączą się najściślej problemem metryki przestrzeni fizycznej. Kwestja podstaw fizyki staje się podobną do kwestji podstaw geometrji i zdaje się ściśle z nią wiązać.

Tu jednak zaznaczyć musimy, że wyżej wymieniony zbiór czternastu równań różniczkowych nie obejmuje i nie tłómaczy wszystkich dotąd już nam znanych zjawisk. Pozostają na uboczu owe dotąd niezrozumiałe ani ze stanowiska elektrodynamiki klasycznej, ani relatywistycznej zjawiska, które dały podstawę do teorji kwantów, a które zdają się wskazywać na pewną nieciągłość w elementarnych procesach natury. Co prawda już Riemann wskazał w swojej słynnej rozprawie p. t. »Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen«, iż przedmiotem geometrji mogą być także mnogości nieciągłe. Z drugiej strony charakteryzujący materję tensor energji posiada dymenzyę gęstości energji. »Ponieważ zaś iloczyn z energji i czasu jak wiadomo nazywa się działaniem, przeto całka tensora energji rozciągnięta ma dowolny obszar świata Minkowskiego, posiada dymensję działania pomnożonego jeszcze przez prędkość światła. Jeśliby zaś mnogość, przedstawiającą świat Minkowskiego, należało pojmować jako nieciągłą, wówczas byłoby zrozumiałem, dlaczego występująca w pewnych procesach fizykalnych wielkość działania musiałaby być całkowitą wielokrotnością elementarnego kwantum działania«[1]. Nie jest zatem zasadniczo wykluczona możność powiązania podstaw teorji kwantów z tą budową aksjomatów fizyki, która opiera się na rezultatach teorji względności.

Pojmowanie świata Minkowskiego jako mnogości nieciągłej pozwoliłoby też może, jak przypuszcza Haas, na zrozumienie elementarnych kwantów elektryczności, które tak wielką odgrywają rolę w tłumaczeniu zjawisk elektrycznych. Ten problem jest tylko częścią ogólniejszego problemu, którego rozwiązanie jest również ważnem zadaniem aksjomatyki fizykalnej, mianowicie problemu związku między uniwersalnemi wielkościami stałemi fizyki.

§ 5. W tym kierunku daleko idące nadzieje wyraził Hilbert w swej pracy »Grundlagen der Physik«, który przypuszczał, że już na podstawie tych rezultatów, do których ogólna teorja względności doszła, stałe uniwersalne fizyki dadzą się sprowadzić do stałych czysto matematycznych. W powyższej pracy Hilbert, jeden z pierwszych zwrócił uwagę na to, iż czternaście podstawowych równań fizyki da się uzyskać z jednej zasady warjacyjnej, zwanej zasadą Hamiltona albo zasadą najmniejszego działania, która dziś wydaje się być najbardziej ogólną i najbardziej podstawową zasadą fizyki. Zasada Hamiltona, znana była już oddawna w mechanice i tam figurowała obok kilku innych równorzędnych jak zasada d'Alemberta, zasada przesunięć wirtualnych, zasada Gaussa najmniejszego przymusu i t. d. Wszystkie one są równoważne i właściwie są tylko różnemi sformułowaniami tegosamego twierdzenia; do użytku w praktycznem zastosowaniu nadaje się lepiej raz jedna, raz druga. Ale zasada Hamiltona okazała się o tyle wyższą od innych, iż w jednem równaniu ujmuje związek takich wielkości, które mają znaczenie we wszystkich działach fizyki, nie tylko w mechanice, ale także w elektrodynamice i termo-

[1] L. c.

dynamice, mianowicie związek takich wielkości jak przestrzeń, czas i potencjał, a więc temsamem i energja. To jest przyczyna, dla której zasada Hamiltona da się stosować do wszelkich procesów fizykalnych. To zaś czyni w dalszym ciągu zrozumiałem zjawisko, iż w przedstawieniu, które dąży do jednolitej teorji zjawisk fizykalnych, zasada ta musiała się wybić na pierwszy plan. Nad zasadą zachowania energji posiada ona wyższość o tyle, iż wyznacza sam przebieg procesów natury, podczas gdy zasada zachowania energji tyczy się wprawdzie również wszystkich zjawisk, ale nie wyznacza w sposób jednoznawczy ich przebiegu.

W wypadku odniesienia do systemów czysto mechanicznych możnaby treść tej zasady tak krótko wyrazić: ruchy systemu punktów materjalnych, podległych pewnym siłom, przy przejściu od pewnego stanu początkowego do końcowego dokonują się zawsze w ten sposób, iż pewna wielkość, wyznaczona przez położenie, prędkość punktów materjalnych i siły na nie działające, przybiera wartość mniejszą, niż przy każdem innem przejściu od tego samego stanu początkowego do tego samego stanu końcowego. I podobnie jak w mechanice klasycznej z zasady Hamiltona dadzą się wyprowadzić równania ruchu Lagrange'a w drugiej postaci, taksamo Hilbert przez odpowiedni dobór »funkcji światowej« dla tej zasady, wyprowadza z niej wszystkie czternaście podstawowych równań różniczkowych fizyki, t. zw. dziesięć równań grawitacyjnych, oraz cztery elektromagnetyczne Maxwella, a więc wszystko, co wedle jego uznania powinno fizykom wystarczyć do wyjaśnienia wszelkich, nawet najbardziej ukrytych procesów natury, np. tych, które panują w obrębie atomu. Aby jednak zbudować ową »funkcję światową«, której wprowadzenie do zasady Hamiltona, ma nas doprowadzić do owych równań, wystarczy, zdaniem Hilberta, przyjąć dwa aksjomaty, jako ostateczny fundament całej fizyki. Aksjomaty te wyznaczają kształt tej funkcji, wymieniając jej argumenty oraz warunki, jakie ta »funkcja światowa« musi spełniać. Pierwszy z tych aksjomatów orzeka właśnie, iż argumentami owej funkcji, która wyznacza prawa wszelkiego stawania się fizykalnego, są składowe potencjału grawitacyjnego, oraz pierwsze i drugie

ich pochodne, nadto składowe potencjału elektrodynamicznego i ich pierwsze pochodne; nadto aksjomat pierwszy orzeka jeszcze, iż przemienność (warjacja) z całki owej funkcji równa się zeru dla każdego z czternastu argumentów, co odpowiada właśnie matematycznej formie zasady Hamiltona. Aksjomat drugi wyraża, iż funkcja światowa zachowuje charakter inwarjacyjny wobec dowolnych transformacyj czterech parametrów, odpowiadających czterem współrzędnym przestrzenno-czasowym.

Pierwszy z tych aksjomatów nazwał Hilbert aksjomatem Mie'a; Mie bowiem w wymienionej już przez nas pracy o »Podstawach teorji materji« wprowadzał podobną funkcję do zasady Hamiltona dla swojej elektrodynamiki, tylko, że nie zawierała ona u niego tychsamych argumentów. Mie bowiem opierał swą teorję jeszcze na rezultatach specjalnej teorji względności. Zasługą właśnie Hilberta jest przeniesienie pomysłów Mie'a na założenie ogólnej teorji względności. Drugi aksjomat, nazwany aksjomatem ogólnej inwarjacji, wyraza właśnie podstawową myśl ogólnej teorji względności Einsteina (nazwa ogólnej »inwarjacji« znaczy u Hilberta tosamo, co częściej używana, zwłaszcza przez Einsteina nazwa ogólnej »kowarjacji«). W tych aksjomatach, które zdaniem Hilberta, »zasadniczo przeobrażają nasze przedstawienia o przestrzeni, czasie i ruchu w duchu przyjętym przez Einsteina« widzi Hilbert zarazem możliwość przemiany całej fizyki na naukę w rodzaju geometrji, w czem słusznie dopatruje się najwyższego triumfu metody aksjomatycznej.

»Wie man sieht, genügen bei sinngemässer Deutung die wenigen einfahen in den Axiomen I und II ausgesprochenen Annahmen zum Aufban der Theorie: durch dieselbe werden nicht nur unsere Vorstellungen über Raum, Zeit und Bewegung von Grund aus in dem von Einstein dargelegten Sinne umgestaltet, sondern ich bin auch der Überzeugung, dass durch die hier aufgestellten Grundgleichungen die intimsten bisher verborgenen Vorgänge innerhalb des Atoms Aufklärung erhalten werden und insbesondere allgemein eine Zurückführung aller physikalischen Konstanten auf mathematische Konstanten möglich sein muss — wie denn überhaupt damit die Möglichkeit naherückt, dass aus

der Physik im Princip eine Wissenschaft von der Art der Geometrie werde: gewiss der herrlichte Ruhm der axiomatischen Methode«[1].

W tej też pracy podaje dowód teoremu, że wśród równań różniczkowych, uzyskanych z zasady Hamiltona na podstawie owych dwu aksjomatów, w tym wypadku głównie drugiego, cztery muszą być następstwem pozostałych. Zatem z 14 równań tylko dziesięć może być od siebie niezależnych. To twierdzenie matematyczne nasuwa Hilbertowi śmiałe przypuszczenie fizykalne, iż »zjawiska elektrodynamiczne są skutkiem grawitacji«, gdyż można właśnie cztery równania elektromagnetyczne uważać za konsekwencję matematyczną dziesięciu równań grawitacji. Ten to właśnie przyjęty przez Hilberta związek między elektrycznością a grawitacją, obudził w nim daleko idące nadzieje co do rozwiązania wszelkich problemów fizykalnych na drodze czysto matematycznej.

Zrozumiałem też stanie się dla nas z tego stanowiska zdanie Haasa; że »ostatecznie tak zwane aksjomaty fizyki nie będą może niczem więcej, jak rodzajem słownika, który jest konieczny, aby czysto matematyczne własności świata Minkowskiego, wynikające z aksjomatów geometrycznych, dały się przetłumaczyć na język, którym się posługuje oparta na doświadczeniu zmysłowem fizyka eksperymentalna«.

Na tem moglibyśmy zakończyć przegląd aksjomatów fizyki współczesnej. Ale pamiętać trzeba, iż droga, jaką poszedł Hilbert, nie jest jedynie możliwa, inną kroczy sam Einstein, a jeszcze inną, ze wszystkich najciekawszą kroczy Weyl. O tej ostatniej dopiero można powiedzieć, iż obok czysto geometrycznej Einsteinowskiej teorji grawitacji stawia również czysto geometryczną teorję elektryczności. Nad teorją Weyla musimy się jeszcze tedy chwilę zatrzymać.

§. 6. Jak widzieliśmy. różnorodność zjawisk fizykalnych jest ściśle związana z występowaniem dwu rodzajów

[1] Grundlagen der Physik. Götting. Nachr. Math.-phys. Klasse 1915. Heft 3, str. 407.

pól w kontinuum przestrzenno-czasowem, z istnieniem pola elektro-magnetycznego i grawitacyjnego. Pole elekromagnetyczne wyznaczone jest przez wielkość wektorową o czterech składowych, pole zaś grawitacyjne przez wielkość tensorową o dziesięciu składowych. Nasuwa się tedy pytanie, czy w dostatecznie uogólnionej geometrji, da się odnaleść podstawa geometryczna, któraby nas zmuszała do charakteryzowania każdego punktu mnogości zarówno przy pomocy pewnej wielkości wektorowej jakoteż pewnej wielkości tensorowej. Geometrja Riemanna, na której Einstein był zmuszony oprzeć swą teorję grawitacji dała na to pytanie odpowiedź twierdzącą, ale tylko w połowie. Stosunki metryczne w dowolnem kontinuum, jak już wiemy, zależą od składowych fundamentalnego tenzora metrycznego, które Einstein utożsamił ze składowemi potencjału grawitacyjnego. Ale gdzie jest powód geometryczny. któryby nam kazał każdemu punktowi kontinuum okok wymienionego tensora przyporządkować także pewien wektor? Na to pytanie odpowiedź daje właśnie teorja Weyla.

Geometrja euklidesowa, zdaniem jego, opiera się na dwu dowolnych założeniach, z których Riemann usunął tylko jedno. Założenie pierwsze związane jest ściśle z pojęciem t. zw. równoległego przesunięcia (Parallelverschiebung). Tylko na płaszczyźnie, jak wiadomo, można mówić o kierunku wręcz. Gdziekolwiek na niej z pewnego punktu poprowadzimy prostą, potrafimy bez trudności z dowolnego innego punktu poprowadzić prostą, która będzie miała tensam kierunek co pierwsza. Natomiast na powierzchniach krzywych np. na powierzchni kuli można mówić o kierunku tylko w pewnym określonym punkcie. Przesuwajmy na takiej powierzchni króciutki wektor, tak, aby o nim można powiedzieć, iż przylega do powierzchni kuli, ciągle równolegle do pierwotnego położenia, a zobaczymy, że jego kierunek będzie ulegał zmianie. Na powierzchni kuli ziemskiej wektor, który nachylony jest pod kątem 45° stopni do równoleżnika, leżącego np. 30° na północ od równika przesuwany wzdłuż tego równoleżnika ciągle równolegle do pierwotnego położenia po odbyciu drogi 90° długości geograficznej wpa-

dnie w płaszczyznę równoleżnika[1]. Wektor na takiej powierzchni po odbyciu jakiejś drogi na linji zamkniętej nie wróci do pierwotnego położenia. W powyżej omawianym przykładzie wektor, który wpadł w kierunek równoleżnika po odbyciu drogi 90° długości geograficznej, byłby jednak zachował pierwotne nachylenie 45° do tegoż równoleżnika, gdybyśmy go byli przesuwali nie wzdłuż równoleżnika, ale naprzód wzdłuż południka na dół aż do równika, po równiku ciągle równolegle do pierwotnego położenia aż do nowego południka w odległości 90° od pierwszego, a tym nowym południkiem do góry aż do równoleżnika, na którym pierwotnie znajdowaliśmy się. Przenoszenie wektora zależne jest zatem od drogi, wzdłuż której go przesuwamy, czyli jak się w języku matematyki mówi, problem przenoszenia wielkości kierunkowej na ogół biorąc, nie jest całkowalny. Całkowalność zachodzi tylko w geometrji euklidesowej.

Już ta uwaga wskazuje, że matematyczna teorja wielkości kierunkowych na powierzchniach krzywych musi być bardziej skomplikowana niż w geometrji płaskiej. Nie możemy tutaj operować t. zw. »geometrją w dali« (Ferngeometrie), która utożsamia stosunki, panujące w obszarach dowolnie dużych ze stosunkami w obszarach dowolnie małych, lecz musimy stanąć na stanowisku t. zw. »geometrji zbliska« (Nahegeometrie). A tutaj, mając daną pewną wielkość kierunkową w jakimś punkcie, aby móc rozstrzygnąć, jaka wielkość kierunkowa w sąsiednim punkcie odpowiada jej, jako mająca »równy kierunek«, musimy naprzód stwierdzić, że zachodzi pewien warunek geometryczny. Musi nam być dana pewna wielkość, która wyznacza sposób przenoszenia kierunku z jednego punktu do drugiego. Jest nią właśnie tensor metryczny.

Rozumowanie, przeprowadzone tu dla naoczności na przykładzie geometrji dwuwymiarowej, należy rozszerzyć na trój- i czterowymiarową. Zmieni się wówczas tylko liczba składowych tensora metrycznego, która zawsze równa się sumie osi współrzędnych i płaszczyzn współrzędnych; więc

[1] Bauer Hans. Mathematische Einfurung in die Grawitationstheorie Einsteins. St. 25.

gdy w geometrji dwuwymiarowej jest ich sześć, w czterowymiarowej dziesięć.

Geometrja Riemanowska odrzuciła tedy owo pierwsze założenie dowolne geometrji euklidesowej o przenoszeniu kierunków niezależnie od drogi, zachowała natomiast, zdaniem Weyla, drugie dowolne założenie o przenoszeniu długości. Trzeba jednak i ze samą długością zrobić to samo, co geometrja Riemannowska zrobiła z kierunkiem, a wtedy uzyskamy geometrję jeszcze ogólniejszą od tej ostatniej, zwaną obecnie geometrją Riemann-Weyla. I geometrja Riemannowska, podobnie jak geometrja klasyczna mówi o długości wręcz, zamiast mówić o długości tylko w pewnym określonym małym obszarze. Dopiero więc gdy odrzucimy to drugie założenie, jako ostatnią pozostałość »geometrji na odległość« (ein letztes ferngeometrisches Element), uzyskamy prawdziwą i konsekwentną »geometrję zbliska«, Ta ostatnia może mówić tylko o »przenoszeniu długości z jednego punktu na inny, nieskończenie bliski«. Mówiąc językiem matematyków, należy przyjąć, że podobnie jak problem przenoszenia kierunków na ogół nie jest całkowalny, tak też i przenoszenie długości z jednego punktu do drugiego odległego nie musi być całkowalne. Muszą być spełnione warunki, któreby nam pozwoliły roztrzygnąć, iż pewna długość w jednym obszarze jest równa długości odcinka w drugim obszarze. Gdy dana jest jednostka miary w jednym obszarze, muszę naprzód wiedzieć jaką jest jednostka miary w drugim. Musi być dana pewna wielkość, która wyznacza sposób przenoszenia jednostki miary z jednego obszaru do drugiego dowolnie bliskiego. Ta wielkość po bliższem zbadaniu okazuje się wielkością wektorową. Możemy ją nazwać krótko wektorem podziałki. Prawdziwie ogólną geometrję uzyskamy zatem dopiero wtedy, gdy dla każdego miejsca będzie podany nietylko metryczny tensor fundamentalny, ale nadto także ów wektor podziałki.

Ale co to wszystko ma wspólnego z fizyką, pomyśli sobie ktoś. Widzieliśmy poprzednio, iż zjawiska fizykalne w kontinuum czterowymiarowem wynikają z obecności w nim pól grawitacyjnych, oraz pól elektromagnetycznych, z których pierwsze wyznaczone jest przez dziesięć składowych potencjału grawitacyjnego drugie przez cztery składowe we-

ktora czwórkowego. Skoro tedy Eistein utożsamił fizykalne pojęcie potencjału grawitacyjnego z matematycznem pojęciem metrycznego tensora fundamentalnego, nasunęła się Weylowi jako zupełnie naturalna myśl, aby fizykalne pojęcie potencjału elektromagnetycznego utożsamić z matematycznem pojęciem wektora podziałki. Dopiero gdy tego drugiego utożsamienia dokonamy, sprowadzimy stosunki fizykalne w świecie materjalnym całkowicie do stosunków geometrycznych.

Zarzucają jednak Weylowi, iż to powiązanie potencjału elektromagnetycznego z wektorem podziałki mierniczej (Massstab-Vektor) jest dość sztuczne i że teorja jego nie da się sprawdzić i wogóle nie ma dostatecznego oparcia we faktach pozytywnych. Einstein słusznie podnosi, że jego utożsamienie potencjału grawitacyjnego z metrycznym tensorem fundamentalnym nie jest dowolną tylko konstrukcją, lecz wynika z zasady ekwiwalencji, która opiera się na stwierdzonej doświadczalnie równości masy bezwładnej i ciężkiej; tymczasem Weyl nie może się powołać na nic podobnego. Weyl jednak, jakkolwiek przyznaje, że teorja jego nie ma na razie widoków na sprawdzenie, przytacza jednak ważne argumenty czysto rozumowe na korzyść swego stanowiska. Posługując się bowiem, podobnie jak Hilbert jedną naczelną zasadą warjacyjną, celem uzyskania z niej czternastu podstawowych równań fizyki, zwraca jednak uwagę na to, że jeśli przy tem będziemy się opierać nietylko na postulacie, aby matematyczna forma praw przyrody zachowała się przy dowolnej transformacji współrzędnych (Koordinateninvarianz), jak to czynią Hilbert i Einstein, ale nadto aby okazywała się inwarjacyjną przy dowolnem cechowaniu miar (Massstabinvarianz, Eich-invarianz), wtedy zdołamy uzyskać z nich nietylko cztery prawa zachowania energji i impulsu, ale nadto jako piąte równanie zasadę zachowania elekryczności »Die Art und Weise, wie sich so das letztere dem Energie-Impuls gesellt, erscheint mir als eines der stärksten allgemeinen Argumente zugunsten der hier vorgetragenen Theorie — soweit im rein Spekulativen überhaupt von einer Bestätigung die Rede sein kann«[1].

[1] H. Weyl. Gravitation und Elektriritát.

Obok tego argumentu przytacza Weyl nadto kilka innych: pominąwszy już szczegół, który przytoczyliśmy już dawniej, iż dzięki jego teorji wszystkie wielkości fizykalne zyskują znaczenie geometryczne, zwraca też uwagę na to, iż jego teorja pozwala zrozumieć dlaczego świat nasz przy znanych nam prawach musi być czterowymiarowy, oraz że kwantum działania jest u niego »czystą liczbą«. Wyjaśnienie dalszych subtelnych różnich między stanowiskiem Einsteina Weyla oraz Mie'a, na którem oparł się Hibert oraz częściowo Weyl znajduje czytelnik w drugim zeszycie piątego tomu wydawnictwa »Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften«. Tam też wskazane są trudności, o jakie rozbija się każda z tych teorji, gdy chodzi o ostateczne wyjaśnienie problemu materji ze stanowiska teorji ciągłości, operujących ciągle tylko pojęciem pola. Weyl, który w pierwszych trzech wydaniach swego dzieła »Raum-Zeit-Materie« opierał się na teorji Mie'a, zakładającej, iż elektron jest tylko pewną osobliwością pola, w ostatnim jego wydaniu modyfikuje to stanowisko i rozwija nowy pogląd odmienny od poprzedniego o stosunku pola i materji. W dalsze szczegóły tych spraw nie mamy potrzeby tutaj bliżej się wdawać. Zasadnicze tło pomysłów dalszych zostaje ciągle bowiem to samo.

Jak widzimy z powyższego przeglądu stworzenie aksjomatyki przyrodoznawstwa matematycznego jest sprawą, do której w pierwszym rzędzie powołani są matematycy i fizycy, zadaniem natomiast filozofji jest rozpatrzeć znaczenie filozoficzne ich pracy. Zdajemy sobie jasno sprawę z tego, iż aksjomatyka ta, wyrósłszy dopiero w ostatnich latach, opiera się jeszcze na zdobyczach wiedzy dotychczas, jeśli nie spornych, to przynajmniej kwestjonowanych — o pracach Weyla można powiedzieć śmiało, iż są to, jak dotąd, prawie, że tylko spekulacje matematyczne — to jednak, zdaniem naszem nie przeszkadza, aby już przy obecnym stanie sprawy nie należało poddać gruntownemu rozpatrzeniu strony filozoficznej tej pracy, zwłaszcza, że wspaniałe perspektywy, jakie nowy stan rzeczy nasuwa, wywierają jakiś dziwny i nieprzeparty urok, zmuszający wprost człowieka myślącego do głębszych refleksyj filozoficznych.

Weźmiemy tedy za podstawę naszych rozważań formę aksjomatów fizyki podaną przez Hilberta, a opartą na rezultatach prac Mie'a i Einsteina, mając to przekonanie, że rozważania tego rodzaju zachowają pewną wartość naukową nawet w wypadku, gdyby się okazało, iż podstawą ich jest tylko pewien chwilowy stan wiedzy fizykalnej, który na dalszą metę utrzymać by się nie mógł. Zasada Hamiltona, łącząca w dziwnie prosty sposób najogólniejsze pojęcia przestrzeni czasu i energji, wydaje nam się zresztą istotnie powołaną do odegrania ważnej roli w budowie aksjomatyki fizykalnej. Możność uzyskania z niej wszystkich podstawowych równań fizyki zależeć oczywiście będzie od figurującej w niej funkcji światowej, której sprecyzowanie może podlegać pewnym fluktuacjom w przyszłych badaniach naukowych. Podobnie i drugi aksjomat Hilberta, ogólnie inwarjacyjna forma praw przyrody dla wszelkich transformacji parametrów przestrzenno-czasowych, zdobycz teorji względności zasługuje na jak najpoważniejsze traktowanie, gdyż i on w ujęciu aksjomatów fizyki w jednolity system naukowy odgrywa bardzo poważną rolę. Jak widzieliśmy bowiem zasługa Hilberta w aksjomatyzacji fizyki sprowadza się do dwu głównie punktów. Nie tylko wykazał on, iż podstawowe równania fizyki dadzą się wyprowadzić z jednej zasady Hamiltona, ale nadto, iż z 14 owych równań, tylko dziesięć może być od siebie niezależnych, co dało właśnie podstawę do dalszych rozważań spekulatywnych, dla fizyki bardzo doniosłych. Otóż właśnie to drugie odkrycie wynikło z uwzględnienia aksjomatu inwarjacji, jest tylko prostą konsekwencją tegoż, na co dopiero Hilbert uwagę zwrócił. Aksjomat ogólnej inwarjacji, jako przeobrażający pojęcia czasu przestrzeni i materji ma też i ze względów filozoficznych bardzo doniosłe znaczenie.

Natomiast zostawimy na uboczu wysuwany przez Weyl'a jako aksjomat postulat tak zw. »Eich-invarianz«, gdyż nie przemawiają za nim dotąd żadne znane fakty; będziemy go traktować tylko jako pożądane, ale dotąd nie sprawdzone dopełnienie prac poprzedników Weyla.

ROZDZIAŁ III.

Aksjomaty matematyczne fizyki wobec intuicyjnych zasad poznania.

§ 1. Pierwszą kwestją, którą zająć się musimy, jest sprawa wyjaśnienia słów, wypowiedzianych niejednokrotnie przez Hilberta, Haasa oraz Weyla, iż dzięki zastosowaniu metody aksjomatycznej, fizyka staje się nauką w rodzaju geometrji. Wyjaśnienie to pozwoli nam zarazem zrozumieć lepiej, jak można aksjomatyzować przedmioty znane jedynie na podstawie cech opisowych. Ta sprawa zaś ujawni doniosłość jednoznacznego przyporządkowania faktom doświadczenia pewnych symbolów, w czem Schlick upatruje istotę poznania przyrodniczego. Kwestja przyporządkowania symbolów wysuwa ostatecznie problem następujący. Aksjomaty fizyki są zbiorem pewnych wyrażeń, wiążących w pewien sposób symbole matematyczne, stosowane do doświadczenia. Ale taki zbiór, chociażby już nawet wystarczał fizykom do ujmowania wszelkich zjawisk fizykalnych, nie może jeszcze uchodzić za kompletne wykończenie aksjomatyki przyrodoznawstwa. Wszak obok takich aksjomatów, muszą istnieć jeszcze inne, któreby dokładnie określały warunki i podstawy, na jakich opiera się stosowanie owych symbolów do doświadczenia. I tu dopiero zaczyna się właściwy problem filozoficzny. Jak dotąd bowiem przyjmowało się zwykle, iż obok

praw logiki i analizy matematycznej istnieją jeszcze ogólne zasady poznania, któremi się badania przyrodnicze stale kierują, a na których dopiero opierać się może stosowanie matematyki do przyrodoznawstwa. Bliższe rozpatrzenie tych zasad przyrodoznawstwa, było oddawna przedmiotem zajęć filozofów. Wyszukanie owych »konstytutywnych zasad« przyrodoznawstwa matematycznego było jednym z głównych celów Kantowskiej krytyki czystego rozumu. Wszakże wymienione w krytyce zasady syntetyczne (aksjomaty, antecypacje, analogje i postulaty), a w części i dalsze prace w tym kierunku prowadzone w »Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft«, a nawet zostawione w rękopisie wysiłki z ostatnich lat życia Kanta p. t. »Uebergang von den metaphysischen Aufgangsgründen der Naturwissenschaft zur Physik«, nie są niczem innem jak właśnie próbą stworzenia aksjomatycznych podstaw przyrodoznawstwa. Chodziło w nich właśnie o zbadanie owych trwałych ram, na których wszelkie prawa przyrodnicze opierać się muszą. Przy tem co prawda opierał się Kant na założeniu, iż owe zasady konstytutywne muszą mieć charakter oczywisty, intuicyjnie pewny, muszą mieć charakter pewnych konieczności myślowych (Denknotwendigkeiten), krótko mówiąc muszą to być zasady aprioryczne, których dalsze badania przyrodnicze w niczem naruszyć nie mogą, a jedynie tylko do nich przystosowywać się muszą. W owych zasadach konstytutywnych przyrodoznawstwa wielką rolę odgrywały założenia o euklidesowym charakterze przestrzeni, o absolutnym charakterze czasu, którego upływ pojmowany był jako niezależny od układu odniesienia. Tymczasem nowa aksjomatyka przeobraża właśnie owe zasadnicze pojęcia przyrodoznawstwa, owe Kantowskie aprioryczne formy. Nawet t. zw. dynamiczne zasady przyrodoznawstwa, do których należy zasada przyczynowości ulegają w nowej aksjomatyce pewnemu przeobrażeniu wraz z pojęciem czasu. Ale także u każdego, kto zdala trzymał się od filozofji Kantowskiej, niedowierzanie musi wywołać wszelka próba naruszenia zasad, przyjmowanych jako oczywiste, jeśli się zważy, że przecież oczywistość jest podstawą wszelkiej naszej pracy intellektualnej. Wprawdzie matematyka już oddawna przyzwyczaiła nas

do czegoś podobnego, ale mimowoli każdy spyta ze zdumieniem, jak coś podobnego możliwem jest w przyrodoznawstwie, gdzie przecież od konkretnego znaczenia symbolów abstrahować nie można. Tej właśnie sprawie poświęcimy dalszą część naszych rozważań. Naprzód zaś zastanowimy się nad kwestją pierwszą, co znaczy twierdzenie, iż metoda aksjomatyczna zmienia fizykę w rodzaj geometrji. Odpowiedź na to pytanie będzie wstępem do dalszych rozważań.

Zwrócono uwagę na to, iż przedstawiciele nowego kierunku fizyki w swoich enuncjacjach na temat stosunku fizyki do geometrji pozostają w sprzeczności sami z sobą. Podczas gdy jedni z nich jak np. Hilbert, Weyl i Haas twierdzą, iż fizyka przeobraża się w umiejętność na wzór geometrji, inni jak np. sam Einstein lub Max Born na podstawie tychże właśnie przeobrażeń fizyki twierdzą wręcz przeciwnie, iż nowy stan rzeczy zmienia geometrję w naukę przyrodniczą. Cóż więc jest prawdą, czy to że fizyka stała się geometrją, czy to iż geometrja stała się fizyką? Oba twierdzenia wynikają ze ścisłego związku, jaki nowe stanowisko wprowadza między przestrzenią, czasem i materją i dadzą się, zdaniem naszem, z łatwością ze sobą pogodzić mimo przyjmowanych różnic między przedmiotami i metodą obu tych nauk. Aloys Müller[1], który w kilku swoich pracach zwraca uwagę na powyższą trudność, załatwia się z nią w zbyt powierzchowny sposób, dochodząc do rezultatu, iż oba twierdzenia są niedorzeczne. Wszak geometrja tyczy się przedmiotów idealnych, bezczasowych, podczas gdy fizyka tyczy się przedmiotów realnych, występujących w czasie, a jedyną jej metodą w przeciwieństwie do geometrji jest indukcja. Wszak, mówi Müller w innem miejscu, związek między materją a metryką przestrzeni, ma między innemi także empiryczną podstawę, która nie da się aksjomatycznie wyprowadzić; nauka o charakterze apodyktycznym i równocześnie empirycznym jest niemożliwa. Nie wi-

[1] Der Gegenstand der Mathematik, Braunschweig 1922. Die philosophischen Probleme der Einsteinischen Relativitätstheorie Braunschweig 1922.

dzimy zresztą ani śladu z geometrycznej konieczności w doświadczeniu. Alois Müller znany jest jako przeciwnik teorji względności. Sprawa jednak, którą rozważamy, jakkolwiek wyrosła na tle postępów fizyki współczesnej, z samą teorją względności nie jest bezpośrednio ściśle związaną. Nawet bowiem i Reichenbach[1], znany jako gorący zwolennik teorji względności, występuje przeciw twierdzeniu jakoby fizyka jako nauka przyrodnicza mogła przybrać charakter równie apodyktyczny jak geometrja. Dla matematyki mówi Reichenbach — resztę słusznie, — jest zupełnie obojętną sprawa stosowania jej twierdzeń do rzeczywistości, jej aksjomaty zawierają wyłącznie system reguł, wedle których ona swoje pojęcia wiąże »Czysto matematyczna aksjomatyka nie prowadzi wogóle do zasad teorji poznania przyrody. Dlatego też i aksjomatyka geometrji nie może nam powiedzieć niczego o epistemologicznym problemie przestrzeni Dopiero teorja fizykalna mogła dać odpowiedź na pytanie co do ważności przestrzeni euklidesowej«[2]. Zatem zupełnie błędnie, zdaniem jego, Weyl i Haas wysnuwają wniosek, że matematyka i fizyka zlewają się w jedną naukę. Należy ściśle odgraniczyć — mówi on — sprawę ważności pewnych aksjomatów dla rzeczywistości od pytania co do możliwych wogóle aksjomatów. Właśnie zasługą teorji względności jest to, iż ona odłączyła od matematyki pytanie, która geometrja jest dla rzeczywistości ważną, i przekazała ją fizyce. Kto więc na podstawie ogólnych rozważań geometrycznych przychodzi do fizyki z pretensją, iż rezultaty, które on tą drogą zyskuje, muszą być także ważne i dla fizyki, jak to czyni Weyl, ten wraca do starych błędów doby przedkantowskiej, jakoby twierdzenia fizyki musiały mieć charakter rozumowych konieczności. Ale ogólno geometryczne rozważania tak samo nie mogą nas pouczyć o zasadach fizyki jak nie mogła tego uczynić kantowska analiza rozumu, dokonać tego może jedynie analiza fizykalnego poznania. Mimo najzupełniej trafnych uwag o stosunku matematyki do fizyki u Reichenbacha, widzimy jednak tu pewne nieporozumienia, na które

[1] Reichenbach. Relativitätstheorie und Erkentnis apriori.
[2] L. c Str. 72—74.

tem baczniejszą musimy zwrócić uwagę, że podzielamy również ujemny sąd Reichenbacha o wartości pracy kantowskiej.

Że między geometrją a fizyką istnieje różnica istotna pod względem metody i przedmiotu, tego nie myślimy wcale kwestjonować. Pierwsza konstruuje sobie sama swój przedmiot, nie oglądając się na rzeczywistość konkretną i uzasadnia twierdzenia na drodze dedukcyjnej, druga zajmuje się przedmiotami danemi w doświadczeniu i zdobywa prawa przeważnie na drodze dedukcji. Ale z chwilą, gdy jesteśmy w możności zbudować jednolitą teorję pewnej grupy zjawisk fizykalnych, różnica w metodzie znika (chociaż nie znika co do przedmiotu). Należy tylko ciągle pamiętać o różnicy między heurezą a systematyzacją wiedzy. Prawo pewne może być zdobyte na drodze doświadczenia, a mimo to z chwilą stworzenia teorji da się uzasadnić dedukcyjnie albo o ile z innych twierdzeń wyprowadzić się nie da, musi być przyjęte w danej teorji jako aksjomat. W danym wypadku chodzi więc tylko o stadjum systematyzacji; w samej heurezie przyznajemy, iż różnica jest istotna. We fizyce bowiem mogą figurować i rzeczywiście figurują twierdzenia, jedynie tylko dlatego, iż odpowiadają pewnym faktom doświadczenia, chociażby z żadnymi dotąd znanemi prawami teoretycznie powiązać się nie dały, podczas gdy w geometrji, jak wogóle w matematyce, chociaż pomysły do pewnych praw zrodzić się także mogą pod wpływem doświadczenia (jak np. znane prawo o powierzchni wycinka paraboli, na które Archimedes wpadł na podstawie ważenia odpowiednio wykrojonych blaszek), pomysłów takich nie wolno wprowadzać jako twierdzeń geometrycznych, jak długo nie potrafimy ich wyprowadzić z twierdzeń już poprzednio udowodnionych, chyba, że zechcemy dla naszych pomysłów stworzyć nowy rodzaj przedmiotu, do którego nową własność drogą definicji wprowadzamy.

Pozostaje jeszcze sprawa różnicy pod względem przedmiotu, która sprawia, iż aksjomatyzacja przyrodoznawstwa nie jest rzeczą łatwą, jakkolwiek przy odpowiedniem postawieniu sprawy da się przeprowadzić. Przedmiotów fizyki nie możemy przecież dowolnie konstruować, znane nam są

one jedynie na podstawie cech opisowych, jakże więc dajemy sobie tutaj radę? Staramy się odnośnym przedmiotom przyporządkować w sposób jednoznaczny pewne symbole matematyczne, przyczem bierzemy zwykle naprzód pod uwagę zjawiska najprostsze, najbardziej typowe i wyidealizowane, rozpatrując w pojedynczych działach fizyki zachowanie się przedmiotów tylko pod względem cech ściśle określonych, abstrahując od innych. A więc zaczęło się od zjawisk ruchu, stosunkowo najprostszych, stąd też mechanika już bardzo wcześnie przybrała charakter nauki ściśle dedukcyjnej, dającej się stosunkowo łatwo zaksjomatyzować. Pewien jej dział, t. zw. foronomia czyli kinematyka był nawet do niedawna traktowany jako skończona nauka czysto rozumowa, aprioryczna na wzór geometrji. Później na wzór mechaniki, jak to widzieliśmy, zaczęto próbować uzyskać coś podobnego w innych działach fizyki, a jako piękny owoc tych wysiłków wyrosła matematyczna teorja Maxwella zjawisk elektromagnetycznych. W pewnych wypadkach, zwłaszcza gdy chodziło o połączenie kilku działów w jedną teorję, trzeba było uciekać się do czynników hipotetycznych, określając z góry ich własność i stosunek ich do cech przedmiotów, danych w opisie, jak to np. ma miejsce w wyjaśnieniu zjawisk cieplnych zapomocą ruchu cząstek molekularnych w kinetycznej teorji materji, a po części także w sprowadzeniu zjawisk świetlnych do zjawisk elektromagnetycznych. Z chwilą gdy te rezultaty były już osiągnięte, można było pomyśleć o połączeniu wszystkich działów fizyki w jednolitą teorję naukową, jakiej przykład widzieliśmy w poprzednim rozdziale. Ponieważ nie mamy żadnej gwarancji, żeśmy poznali wszystkie własności przedmiotów i ich stosunki, wszelkie możliwe sposoby ich zachowania się w dowolnych warunkach, przeto i systematyzacja teoretyczna przedstawia się jako zadanie nigdy nie skończone, a i aksjomatyka, do której taka systematyzacja prowadzi, nie może mieć charakteru prawd wiecznych niczem nie naruszalnych. Jeśli w stworzonym w powyższy sposób systemie praw matematycznych, będziemy abstrahować od zjawisk fizycznych, którym one mogą być przyporządkowane, otrzymamy pewien dział matematyki czystej.

Powyższe uwagi wyjaśniają sprawę aksjomatyzacji fizyki, nie tłumaczą jeszcze, dlaczego mówi się obecnie nadto o pewnej geometryzacji tejże. Nazwa ta usprawiedliwiona jest naprzód potrzebą traktowania współrzędnej czasowej w związku ze współrzędnemi przestrzennemi, dzięki czemu także pojęcie zmiany podlega traktowaniu geometrycznemu, następnie, co ważniejsza, okazało się, jak to już poprzednio omawialiśmy, składowe tensora metrycznego, wyznaczające stosunki metryczne w Riemannowskiem kontinuum czterowymiarowem okazały się identyczne ze składowemi potencjału grawitacyjnego, dzięki czemu nietylko stosunki przestrzenno-czasowe, ale nadto i stosunki dynamiczne dały się traktować w sposób geometryczny. Ta więc geometryzacja pojęcia siły, nigdy dotąd nie przeczuwana, usprawiedliwia powyższą pararelę fizyki z geometrją. Co prawda, proces geometryzacji siły w stadjum aksjomatyki Hilberta odnosi się tylko do sił grawitacji, dopiero w razie gdybyśmy stanęli na stanowisku teorji Weyla, zyskujemy także geometryczną interpretację sił i pola elektromagnetycznego; o ile zaś przyjmiemy, co się zresztą czyni obecnie powszechnie, że składowe potencjału grawitacyjnego i elektrodynamicznego wyznaczają w zupełności wszelki proces fizykalny zyskamy sprowadzenie stosunków fizykalnych w zupełności do stosunków geometrycznych. Abstrahując bowiem od fizykalnego znaczenia odnośnych symbolów, zyskujemy w prawach fizyki przedstawienie stosunków w pewnego rodzaju kontinuum czterowymiarowem. Symbolami, odgrywającemi rolę składowych potencjału grawitacyjnego, operowali matematycy w geometrji różniczkowej już oddawna, tylko żaden z nich nie przeczuwał, że one mogą posiadać takie właśnie znaczenie fizykalne.

Nasuwa się teraz pytanie, dlaczego wolno nam mówić nie tylko o geometryzacji fizyki, o geometryzacji sił, ale także na odrót można mówić z pewnym sensem o zamianie geometrji na naukę przyrodniczą na wzór fizyki i o »dynamicznem traktowaniu metryki«, jak się wyraża Weyl. Zastrzegliśmy się, że tylko w pewnym sensie, a to dlatego, że wyraz »geometrja« jest wieloznaczny, i tylko przy pewnem znaczeniu wyrazu »geometrja« twierdzenie, iż jest ona

nauką przyrodniczą jest prawdziwe. Należy ściśle odróżnić od siebie trzy znaczenia wyrazu geometrja; geometrję jako badanie przestrzennych własności ciał, następnie geometrję jako badanie własności pustej, idealnej przestrzeni, jaką uzyskamy, jeśli będziemy abstrahować od wszelkich ciał przestrzeń »wypełniających«, a wreszcie geometryj, jako badanie »rozmaitości czyli zbioru przedmiotów idealnych, powiązanych aksjomatami i przez nie określonych«[1]. Tylko geometrja w tem ostatniem znaczeniu uchodzi dziś za naukę matematyczną, w niej jednak abstrahuje się już nawet od samej przestrzenności przestrzeni, a zostawia się tylko jej formę matematyczną. Natomiast geometrja w pierwszem znaczeniu musi być zaliczona do nauk przyrodniczych. Ta właśnie geometrja przestrzeni konkretnej, wypełnionej ciałami, pozostaje w ścisłym związku z fizyką. Prawa jej muszą uchodzić za część składową fizyki; co więcej istnieje nawet ścisła łączność formalna między prawami geometrji ciał, a prawami fizyki. Matematyk Klein w swoim programie z Erlangen z r. 1872 zwrócił uwagę na to, iż prawa geometrji dają się pojmować jako pewien dział teorji niezmienników dla pewnych grup transformacji. Ogólna zaś geometrja Riemannowska jest teorją niezmienników dla wszelkich ciągłych transformacyj współrzędnych, dla których pewna kwadratowa forma różniczkowa przechodzi w siebie. Prawa fizyki zaś wedle teorji względności nie są niczem więcej, jak również tylko pewnym działem teorji niezmienników; prawa specjalnej teorji względności są formami inwarjacyjnemi dla transformacji Lorentza, prawa zaś ogólnej teorji względności formami inwarjacyjnemi dla wszelkich ciągłych transformacji, należy tylko w obu wypadkach do tych transformacji wciągnąć obok współrzędnych przestrzennych także współrzędną czasową.

Stosunek praw geometrji ciał do praw fizyki samej uległ nadto w teorji grawitacji Einsteina o tyle pewnej zmianie, iż jedne od drugich nie dają się już ściśle odgraniczyć. Te same prawa matematyczne wyrażają równocześnie metrykę przestrzeni i charakter pola grawitacyjnego. W teorji Weyla zaś znika już zupełnie dualizm praw fizykalno-geometrycznych i czysto fizykalnych, istniejący jeszcze w stadjum aksjomatyki Hilberta. Tam już nie można powiedzieć, iż prawa geometrji ciał są częścią praw fizyki, gdyż cała fizyka jest pewną »geometrją świata«, o tyle, iż wszystkie wielkości fizykalne są związane z wielkościami, odgrywającemi pewną rolę geometryczną (tensor metryczny i wektor podziałki).

[1] Janiszewski. Zagadnienia filozoficzne matematyki. Por. dla samouków. Tom I.

Należy jednak pamiętać, iż nawet w owej fizyce jako »geometrji świata« musi się gwoli ścisłości naukowej odróżniać same symbole matematyczne od ich fizykalnej interpretacji. W oderwaniu od fizykalnego znaczenia symbolów tych, także i prawa geometrji świata są tylko działem matematyki czystej, a więc geometrji w pierwszem tego słowa znaczeniu. Jeśli nazywamy je prawami fizyki, prawami przyrodoznawstwa, to tylko dlatego, iż są one tak zbudowane, aby zjawiska przyrody dały się im jednoznacznie przyporządkować. Bez odnośnych badań przyrodniczych nie bylibyśmy wstanie dokonać doboru praw geometrji, nadających się do takiej interpretacji. I dlatego prawa tej geometrji będąc zbudowane aksjomatycznie, są zarazem działem nauk przyrodniczych. Twierdzenie więc, że geometrja stała się nauką na wzór fizyki, znaczy, iż prawa geometrji są tak dobierane, aby wyrażały stosunki rzeczywiste w świecie istniejącym. Twierdzenie zaś, iż fizyka stała się nauką na wzór geometrji, znaczy, iż prawa jej mimo empirycznej genezy dają się powiązać w aksjomatycznie zbudowaną teorję dedukcyjną. Głębsze zrozumienie tych twierdzeń dać może tylko wniknięcie w sam wygląd współczesnej aksjomatyki i sposób w jaki ona wiąże składowe tensora metrycznego i wektora podziałki ze składowemi potencjału grawitacyjnego i elektrodynamicznego. Dlatego uważaliśmy za konieczne dać w poprzednim rozdziale obraz tych wysiłków, zmierzających do zaksjomatyzowania fizyki. Najistotniejszym bowiem dla całej sprawy jest sam sposób, w jaki formalizm matematyczny zdołał powiązać symbole matematyki ze zjawiskami przyrody drogą jednoznacznego przyporządkowania. Dzięki temu właśnie przyporządkowaniu nazywa Haas

aksjomaty fizyki rodzajem słownika, który jest konieczny, aby czysto matematyczne własności świata czterowymiarowego, dały się przetłumaczyć na ten język, którym się posługuje oparta na doświadczeniu zmysłowem fizyka eksperymentalna.

§ 2. Według Schlick'a całe poznanie przyrodnicze polega tylko na przyporządkowaniu faktów pewnym symbolom zwykle matematycznym. Istotnem dla tego przyporządkowania jest jego jednoznaczność Do tego pojęcia stara się sprowadzić Schlick pojęcie prawdy i na niem opiera całą swoją teorję poznania. Jakkolwiek ze stanowiskiem Schlicka nie we wszystkich szczegółach możemy się solidaryzować, przyznajemy, iż wnosi ona rzeczywiście do teorji poznania nowy cenny punkt widzenia, a źródłem jego pomysłów był właśnie rozpatrywany przez nas stosunek matematyki do przyrodoznawstwa. »Ein Urteil, das einen Tatbestand eindeutig bezeichnet, heisst wahr«[1]. Autor stara się wykazać trafność tego określenia poddając krytyce dawne. Zwykle określała się prawdą jako zgodność myśli z przedmiotem »adaequatio rei et intellectus«. Ale na czem ta zgodność miała polegać, nikt nie był wstanie powiedzieć; nie jest ona żadną równością, ani przystawaniem, ani podobieństwem bo cóż może być za podobieństwo między pojęciem a rzeczą konkretną? Stosunki między pojęciami też nie są podobne do stosunków rzeczy konkretnych. Z owej zgodności nie pozostaje tedy nic, prócz jednoznacznego przyporządkowania.

»In Ihr besteht das Verhältnis der wahren Urteile zur Wirklichkeit, und alle jene naiven Theorien, nach denen unsere Urteile und Begriffe die Wirklichkeit irgendwie »abbilden« könnten, sind gründlich zerstört. Es bleibt dem Worte Übereinstimmung hier kein anderer Sinn, als der der eindeutigen Zuordnung«[2]. Jak prawda jest jedyną cnotą sądów, tak jednoznaczność jest jedyną cnotą przyporządkowania. Jeden i ten sam znak nie może nigdy oznaczać rozmaitych przedmiotów. Rzecz odwrotna nie jest jednak bezwarunkowo konieczna, nie szkodzi jeśli tym samym przedmiotom przyporządkujemy wiele rozmaitych znaków, pod warunkiem jednak, iż się wie dokładnie, iż te znaki posiadają to samo znaczenie, że zatem jesteśmy zawsze świadomi tego, że się dają one dowolnie zastąpić.

[1] Algemeine Erkenntnislehre, Berlin 1918. Str. 56.
[2] L. c. Str. 57.

Podobnie stara się autor wykazać, iż fałszywość sądów pochodzi z wieloznaczności przyporządkowania. I tak zdanie teorji emisyjnej światła uchodzi za sąd fałszywy, dlatego iż nie możliwe jest przy jego przyjęciu przeprowadzenie jednoznacznego oznaczania faktów. Okazuje się bowiem, iż te same sądy musiałyby być przyporządkowane dwom różnym klasom faktów. Z jednej strony są to fakty, w których rzeczywiście rozchodzi się o ruchome cząstki jak np. promieniowanie katodowe, z drugiej strony fakty promieniowania świetlnego; obie grupy faktów byłyby oznaczone przez te same symbole, jednoznaczność byłaby straconą. Podobnie ma się sprawa przy sprawdzaniu hipotez, gdy z pewnych sądów wyprowadzamy nowe, celem oznaczania przyszłych faktów. Jeśli zamiast oczekiwanych faktów w rzeczywistości wystąpią inne, takie więc, które muszą być oznaczone przy pomocy innych symbolów, wtedy występuje wieloznaczność i dlatego sądy, które do przewidywania faktów służyły nam za punkt wyjścia, są fałszywe. Gdybyśmy bowiem ów znak wyrozumowany zatrzymali dla faktu, który rzeczywiście zaszedł, a okazał się różnym od antecypowanego, wówczas ten sam znak oznaczałby dwa różne fakty i używając go później, nie wiedzielibyśmy o który chodzi. Przyczyna, dla której tak nienawidzimy fałszu, leży właśnie w takich nieznośnych wieloznacznościach.

Zaletę swego stanowiska upatruje autor w tem, iż opiera się ona na najprostszym i najogólniejszym ze wszystkich stosunków, jakim jest przyporządkowanie. Autor przewiduje możliwe zarzuty i stara się przeciw nim obronić. Jeśli poznanie opiera się tylko na przyporządkowaniu znaków, czyż nie pozostaje wtedy duch ludzki obcym i dalekim od rzeczy i procesów, które chce poznać? Czyż faktycznie nie wchodzi on w głębszy stosunek z przedmiotami świata zewnętrznego? Niewątpliwie, że tak, odpowiada Schlick, ale to nie jest poznanie! Intuicja, oglądanie bezpośrednie, które

Bergson tak wynosi, nie ma dla poznania przyrodniczego żadnej wartości. Coś innego jest bowiem pewne sprawy przeżywać, a coś innego poznawać. Określenie poznania jako »ujmowania« (Erfassen) jest w błąd wprowadzającym obrazowym sposobem wyrażania się i trafny jest on chyba o ile oddaje owo »Einfangen des erkanten Objekts durch Begriffe, durch das ihm ein Platz in ihrer Mitte eindeutig zugewiesen wird«. Każdy, kto przeżywa pewne stany świadomości, ten je zna, ale owa znajomość intuicyjna przedmiotu (kennen) jest czemś różnem od poznania naukowego (Erkennen), którego może dostarczyć tylko analiza psychologiczna.

Autor zwraca także uwagę na ogromne korzyści, jakie z jego stanowiska płyną. Znika problem poznawalności rzeczy samych w sobie, który powstać mógł tylko ze stanowiska teorji, która domaga się od poznania, aby było dokładnem odbiciem, odzwierciedleniem rzeczy. Gdyby jednak zawsze miano przed oczyma tę prawdę, że poznanie powstaje przez proste przyporządkowanie znaków przedmiotom, nigdy nie pytanoby się o to, czy jest możliwe poznanie rzeczy takiemi, jakiemi one są w sobie. Odwzorowanie nie mogłoby nigdy spełnić swego zadania w zupełności, musiałoby bowiem stworzyć drugi egzemplarz oryginału, a więc podwoić go; tymczasem znak może uczynić bez reszty to, czego się od niego żąda, on bowiem samego przedmiotu w niczem nie dotyka ani nie zmienia. Odbicie przedmiotu w świadomości musi się zawsze dokonywać z pewnego stanowiska, dlatego musi być zawsze subjektywne, tymczasem przyporządkowanie znaków daje prawdziwie objektywne i jedynie możliwe objektywne poznanie. Powyższy sposób postawienia kwestji nastręcza zdaniem autora, jeszcze wiele innych korzyści, jak n. p. daje rozwiązanie pytania, jak jest możliwą teorja poznania. Te szczegóły musimy zostawić na uboczu, jako nie wiążące się bezpośrednio z przedmiotem naszych rozważań. Nadmienimy tu tylko jeszcze, iż autor widzi w swojem pojęciu poznania tylko zrealizowanie tych myśli, które właśnie w odniesieniu do nauk przyrodniczych wygłosił Gustaw Kirchhoff. Definicja mechaniki Kirchhoff'a, wedle której ma ona za zadanie, ruchy zachodzące w przy-

rodzie opisywać w sposób zupełny i najprostszy, uważa autor za zgodną ze swą własną definicją poznania. Bo opisu nie należy rozumieć inaczej, jak tylko to, co autor nazwał przyporządkowaniem znaków. Wyraz »najprostszy« oznacza, iż przy tem przyporządkowaniu powinno się używać minimum pojęć elementarnych, a wreszcie wyraz »zupełny« oznacza, iż w przyporządkowaniu winno się uzyskać jednoznaczne oznaczenie każdego szczegółu. Dewizy Kirchhoffa nie pojmuje autor w ten sposób, by ona oznaczała bezwględną opozycję do tego, co się zwykle nazywa tłumaczeniem zjawisk. Zasługa Kirchhoffa polega raczej na tem, iż w wyjaśnieniu i poznawaniu naukowem mamy do czynienia z pewnym specjalnym rodzajem opisywania. Nie wyklucza ono zdaniem Schlicka wyszukiwania przyczyn, gdyż to wyszukiwanie da się tak rozumieć, iż może ono być dopuszczone jako uprawniony środek przy wyznaczaniu stanów przyrody.

Teorja Schlicka zwróciła na siebie powszechną uwagę, zajęli się nią także filozofowie stojący częściowo na stanowisku filozofji Kanta. Do tych należy Reichenbach, który przyjmując tezę Schlicka, iż prawda jest jednoznacznością przyporządkowania, wprowadza jednak do teorji Schlicka pewne korektury. Proces poznawania jest bowiem przyporządkowaniem dziwnej natury; różni się od przyporządkowania elementów dwu mnogości, w których elementy każdej są zdefiniowane. Tutaj jedna strona przed dokonaniem przyporządkowania jest jeszcze nie zdefiniowana. Nie możemy przedmiotów pojedynczych spostrzeżeń uważać za zdefiniowane elementy rzeczywistości. Treść ich jest zbyt złożona, aby mogła uchodzić za element, który ma być przyporządkowany. Musimy w nich dokonać szeregu odróżnień, a to już jest przyporządkowaniem przy założeniu pewnych praw. Porządek też nie jest dany w spostrzeżeniu; spostrzeżenie nie daje nawet dokładnego kryterjum, czy dane coś do mnogości należy, dowodem tego są złudzenia i halucynacje. Stoimy tu tedy przed dziwnym faktem, iż w poznaniu dokonywamy przyporządkowania dwu mnogości, z których jedna dopiero przez przyporządkowanie zyskuje swój porządek i w swoich elementach dopiero przez przyporządko-

wanie zostaje określona. Przyporządkowanie samo stwarza sobie szereg elementów, które mogą być przyporządkowane. Wymaga ono z góry pewnych zasad »Zuordnungsprinzipien«. Pytanie, jak jest możliwe takie przyporządkowanie, na podstawie jakich zasad staje się przyporządkowanie symbolów matematycznych rzeczywistości jednoznaczne, pytanie to jest równoważne z tem jakie Kant postawił sobie w krytyce czystego rozumu, bo zasady przyporządkowania, to są właśnie syntetyczne sądy a priori. Owe zasady przyporządkowania winnyby się nazywać też zasadami porządkującemi »Ordnungsprinzipien«. Kant mógł je wyliczyć błędnie, ale że one istnieć muszą to nie ulega wątpliwości i zwrócenie uwagi na ten szczegół jest główną zasługą Kanta.

Niezależnie od tych uwag Reichenbacha, do których później wrócimy, musimy ze swej strony rozpatrzeć bliżej stanowisko Schlicka. Że w poznaniu przyrodniczem mamy niewątpliwie do czynienia z przyporządkowaniem symbolów, czy to zwykłych symbolów słownych, czy matematycznych pewnym danym doświadczenia, na to zgodzi się każdy. Z tego jednak, iż to poznanie da się z tak ogólnego stanowiska traktować nie wynika, aby owo przyporządkowanie naturę poznania w zupełności wyczerpywało. Wprawdzie, i autor przyznaje, że mieści się w niej coś więcej, ale owo plus jakie zyskujemy wchodząc w bezpośredni kontakt z przedmiotem, jest dla poznania przyrodniczego obojętne. Ta obojętność może być jednak dwojako rozumiana; obojętną jest dla przyrodnika jakość przedmiotu lub jego jakiś stan wewnętrzny o tyle, o ile przyjęcie takich jakości nie wywrze żadnego wpływu na metodę badania Ale ta obojętność nie oznacza, aby myśl o takich stanach wewnętrznych lub o możności wejścia w inny kontakt z naturą niż zapomocą zmysłów i myślenia pojęciowego na obrazach zmysłowych opartego. aby taka myśl nie budziła żadnego zainteresowania teoretycznego. Dlatego powinien Schlick był zaznaczyć, iż poznanie przyrodnicze ograniczając się do jednoznacznego przyporządkowania symbolów jest jednostronne, że ono naprawdę oznacza pewną degradację poznania, o ile wymykają się z niego pewne możliwości, które są dla nas cenne i to cenne ze stanowiska teoretycznego. Ta degradacja nie przeszkadza nam wprawdzie w orjentowaniu się w świecie, nie przeszkadza w praktycznem wyzyskiwaniu rezultatów poznania w technice, ale teoretycznie biorąc jest ona pewnem ograniczeniem.

Autor nie zwraca też należycie uwagi na jakość tych symbolów. Nie tylko muszą one spełniać ten warunek, aby usuwały wieloznaczność, ale przecież oddają one coś ze stosunków zachodzących między tymi przedmiotami, podobnie jak symbole, którymi operujemy przy zaksyomatyzowaniu nauk matematycznych. I tu należy odróżnić symbol jako znaczek pisarski, od jego roli, od idealnej formy, jaką on wyraża. Symbole rachunku różniczkowego są obojętne, ale przecież równania różniczkowe fizyki teoretycznej wyrażają coś z faktycznego przebiegu zjawisk, coś co od ich przypadkowej formy zmysłowej jest niezależne. Nie ujmując jakości przedmiotów, wyrażają one jednak schemat ich stosunków. i dlatego są czemś więcej, niż nalepianiem byle jakiej etykiety na przedmiot, lub tylko prostem katalogowaniem zjawisk. Tymczasem autor na te nadzwyczajnie doniosłe szczegóły nie zwraca należytej uwagi i wywołuje faktycznie wrażenie, jakoby w poznaniu przyrodniczem chodziło naprawdę tylko o jakieś katalogowanie.

Autor ułatwił sobie ogromnie zadanie wprowadzania nowej teorji poznania przyrodniczego. przez zwrócenie uwagę na wadliwość pewnych definicyj poznania dawniejszych, jak adaequatio rei et intellectus. Pominął jednak inne definicje, które byłyby mu to zadanie bardziej utrudniły, jak n. p. iż poznanie jest prawdziwe jeśli jego przedmiot istnieje. Nie mamy wprawdzie zamiaru bronić tej definicji, gdyż jak w ostatnim rozdziale naszej pracy zobaczymy intuicyjny sens pojęcia istnienia łączy w nim takie cechy, których żadne stanowisko naukowe dziś nie jest w stanie zachować. Ale wydaje się nam rzeczą wątpliwą, aby kwestja istnienia lub nieistnienia przedmiotu, z jaką mamy do czynienia w sądach egzystencjalnych, dała się rozstrzygać przez jednoznaczność symboliki. Wszak mogę wprowadzać symbole jednoznaczne także dla przedmiotów nieistniejących, jakże więc prawdziwość sądów egzystencjalnych da się rozstrzygnąć przez jednoznaczność symboliki? Autor zwraca

wprawdzie uwagę na takie wypadki, że, jeśli przedmiot, którego istnienie przewidywałem i oczekuję go, oznaczę pewnym symbolem, a tymczasem w miejsce oczekiwanego zjawi się inny, wtedy nie mogę zachować pierwotnego symbolu, gdyż powstałaby wieloznaczność. Ale przypuśćmy, iż chodzi o istnienie przedmiotu, którego doświadczalnie nigdy sprawdzić nie mogę, czyż przezto, iż oznaczyłem go jakimś symbolem, nie wprowadzającym żadnej wieloznaczności, zyskałem już poznanie go jako istniejącego? Do sprawy tej wrócimy jeszcze w rozdziele ostatnim.

Stwierdzamy jednak, iż jakkolwiek jednoznaczne przyporządkowanie symbolów nie wyczerpuje istoty poznania, nie mniej jednak możność traktowania go z tego punktu widzenia zwłaszcza w poznaniu przyrodniczem, jest bardzo cennem odkryciem, na które słusznie baczniejszą zwrócono uwagę. I my też będziemy z niego korzystali, ile, że rozważania nasze nad poznaniem w obrębie przyrodoznawstwa matematycznego wypływają po częci z tych samych źródeł które doprowadziły Schlicka do jego teorji. W obrębie bowiem przedmiotów poznania przyrodniczego, których istnienie da się rozstrzygnąć drogą doświadczenia, chodzi faktycznie głównie o przyporządkowanie jednoznacznie pewnych symbolów.

§ 3. Wracając natomiast do uwag Reichenbacha poczynionych nad teorją Schlicka, zgadzamy się z nim najzupełniej, iż obok aksyomatów wyłącznie matematycznych »aksyomatów powiązania«, istnieć też muszą we fizyce zasady, któreby określały warunki i podstawy, na jakich się opiera stosowanie matematyki do przyrodoznawstwa. Zastrzegamy się przy tem, że nie chodzi nam tu o same tylko warunki pomiarów, o warunki, jakie muszą spełniać nasze przyrządy miernicze, miary długości i zegary, aby rezultatom pomiarów przez nie osiągniętych można było zaufać, te sprawy należą również jeszcze do kompetencji fizyków i matematyków, chodzi nam tylko o pewne założenia natury najogólniejszej, dotyczące bądźto stosunków przestrzenno-czasowych między zjawiskami, bądź też stosunków zależności funkcjonalnej lub przyczynowej między nimi, które zawsze były przedmiotem rozważań filozofji. Wprawdzie i założenia

dotyczące istoty samych pomiarów nie są bez wpływu na ostateczny rezultat teorji, budzący poważne zainteresowanie filozoficzne. I tak n. p. Einstein zwraca uwagę na to, że postulat ogólnej inwarjacji, który przeobraża nasze pojęcia o przestrzeni i czasie, a który Hilbert wliczył do podstawowych aksjomatów fizyki, wynika już stąd, co stanowi istotę wszelkiego pomiaru. Wszystkie nasze pomiary, zdaniem jego, ostatecznie nie są niczem więcej, jak tylko stwierdzeniem koincydencji pewnych punktów przestrzennych i czasowych. Wprowadzenie układu odniesienia nie ma na celu niczego więcej jak tylko opisu ogółu takich koincydencyj. Przyporządkujemy światu cztery przestrzenno-czasowe zmienne w ten sposób, aby każdemu zdarzeniu punktowemu odpowiadał system wartości tych zmiennych. Jeśli dwa zdarzenia punktowe koincydują, a więc nakrywają się niejako z sobą, to tej koincydencji musi odpowiadać zgodność wartości współrzędnych. Cztery wartości współrzędnych odpowiadających jednemu zdarzeniu punktowemu muszą być równe czterem wartościom tychże dla drugiego zdarzenia. Jeśli jednak w miejsce współrzędnych odpowiadających użyciu pewnego układu odniesienia, wprowadzimy jako nowy układ odniesienia dowolne funkcje tamtych współrzędnych, byle tylko ich systemy wartości dały się sobie wzajemnie jednoznacznie przyporządkować, to także i w nowym systemie koincydencja dwu zdarzeń punktowych wyrazi się w równości dwu czwórek wartości współrzędnych. Ponieważ ostatecznie wszelkie nasze pomiary fizykalne nie wyrażają niczego więcej, jak tylko właśnie takie koincydencje, przeto niema żadnej podstawy do tego, aby pewnym układom odniesienia dawać pierwszeństwo przed innemi. W ten sposób głębsze pojmowanie istoty wszelkich pomiarów uzasadnia postulat ogólnej inwarjacji, domagający się, aby matematyczna forma praw przyrody posiadała charakter ogólnie niezmienny dla wszelkich dowolnych podstawień parametrów przestrzenno-czasowych.

Podobnie i w innych wypadkach fizyka współczesna, aby móc stosować matematykę do doświadczenia, czyni pewne założenia, ważne dla pomiarów, o naturze ciał praktycznie sztywnych, nie zakładając niczego o naturze samej

przestrzeni i czasu, z którą właśnie łączyły się najważniejsze problemy filozoficzne. Chodzi jej bowiem tylko o możliwość przejścia od geometryi jako nauki czysto matematycznej, aksjomatycznej, operującej »schematami beztreściowemi« do »geometrji praktycznej«, »geometrji świata« jako nauki przyrodniczej. Ale, jak już w poprzednich ustępach zaznaczyliśmy, wyraz geometrja posiada trzy znaczenia, z których do niedawna tylko jedno uchodziło za wyłączne znaczenie tego wyrazu. Geometrja, jako nauka czysto matematyczna w dzisiejszem rozumieniu, nie jest nauką o przestrzeni, gdyż abstrahuje od samej przestrzenności przestrzeni i mówi tylko o pewnej »wielowymiarowej rozmaitości«. Ściśle biorąc, nie zasługuje ona nawet na nazwę geometrji, jeśli zgodzimy się, iż wyraz geometrja winien zachować zawsze swój sens pierwotny. »Es tritt auf deutlichste hervor, wie wenig die Mathematik Anspruch darauf machen kann, das anschauliche Wesen des Raumes zu erfassen: von dem, was den Raum der Anschauung zu dem macht, was er ist in seiner genauen Besonderheit, enthält die Geometrie nichts... Wir Mathematiker können stolz sein auf die wunderbare Durchsichtigkeit der Erkenntnis vom Raume, welche wir gewinnen; aber wir müssen uns zugleich sehr bescheiden, da unsere begriffliche Theorien nur imstande sind, das Raumwesen nach einer Seite hin, noch dazu seiner oberflächlichsten und formalsten, zu erfassen« [1]. Oto wyznanie tak wybitnego matematyka, jak Weyl!

Natomiast geometrja, jako nauka o przestrzennych właściwościach ciał, jest już nauką przyrodniczą! Ale w pośrodku między jedną a drugą stoi to, co się zwykle geometrją nazywa, tą geometrją, która pragnie być czemś więcej, niż czystą analizą matematyczną, ale nie chce być już fizyką, lecz tylko właśnie nauką o idealnych utworach przestrzennych, gdzie abstrahuje się od ciał fizycznych, ale nie abstrahuje się od samej ich przestrzenności. Twierdzeniom tej właśnie geometrji przypisywał Kant charakter apodyktyczny, widząc ich źródło w »czystem wyobrażeniu« przestrzeni. Tymczasem obecnie wielu matematyków przedmiotowość

[1] Weyl Raum-Zeit-Materie. Wyd. 4. str. 23.

geometrji w tem właśnie znaczeniu uważa za problematyczną. Schlick widzi w tej geometrji naukę o charakterze mieszanym. »Kants reine Anschauung ist ein Mittelding zwischen rein Begrifflichem und psychologisch Anschaulichem, und da ich es für ein der wichtigsten Ergebnisse der modernen Theorie der exakten Wissenschaft halte, dass es solch eine Mischung, solch ein Mittelding eben nich gibt, so musste ich die Existenz einer reinen Anschauung im Sinne Kants leugnen« [1]. Niektórzy empiryści pomijają zupełnie tę sprawę milczeniem i mówiąc o geometrji, mają na myśli albo geometrję zaksjomatyzowaną, albo naukę przyrodniczą, jak gdyby w żadnem innem znaczeniu ten wyraz nie był używany. Tak n. p. w wielu miejscach czyni sam Einstein. Pomijanie jednak milczeniem tych spornych kwestyj nie uważamy za rzecz właściwą, jakkolwiek przyznajemy, iż fizyka ma zupełnie słuszność nie czynić żadnych założeń zgóry o przestrzeni pustej, idealnej, nie uważając jej za przedmiot fizycznie istniejący, aby sobie w ten sposób otworzyć możliwość takiej budowy aksjomatów, które w dalszym ciągu mogą intuicyjnym pojęciom przestrzeni i czasu nie odpowiadać. Nie da się jednak zaprzeczyć, że pojęcie przestrzeni idealnej, odgrywa przecież pewną rolę i to zarówno w rozważaniach matematyków jako też i fizyków; wszak ono nasunęło matematykom cały szereg twierdzień geometrji euklidesowej, które dopiero później na stadjum aksjomatycznem zdołano zamienić w schematy beztreściowe. Podobnie i fizyka, chociaż zastrzega się, iż chce mówić tylko o »przestrzeni fizykalnej« branej in concreto, nie zaś o przestrzeni idealnej, abstrakcyjnej, przecież pomimo to także operuje pojęciem przestrzeni abstrakcyjnej wyidealizowanej, gdyż nie wolno zapominać o tem, iż pojęcie przestrzeni fizykalnej nie nakrywa się z żadnym ze zmysłowych obrazów przestrzeni konkretnej, czy to zmysłu wzroku czy któregokolwiek innego. Przestrzeń wzrokowa, »physiologischer Raum« Macha, w której przedmioty ulegają perspektywicznemu skróceniu, nie ma również charakteru euklidesowego, i nie jest wcale identyczna z pojęciem przestrzeni, jakiem operowała dawna

[1] Schlick Moritz, Kritizistische oder empiristische Deutung der neuen Physik. Kant-Studien, Berlin 1921. Band XXVI. Heft 1—2. Str. 109.

mechanika klasyczna, ani też tem, do jakiego dochodzi fizyka doby ostatniej. To samo mutatis mutandis należy powiedzieć o czasie. Przestrzeń fizykalna i czas fizykalny są tedy także pojęciami abstrakcyjnemi, opartemi na pewnem wyidealizowaniu tego, co jest naprawdę bezpośrednio świadomości fizyka dane. Gdybyśmy jednak dla tych tworów abstrakcyjnych przyjęli zgóry wszystkie te własności, jakie Kant im przypisywał, jako apriorycznym formom umysłu, byłoby rzeczą niezrozumiałą. w jaki sposób współczesna aksjomatyka fizykalna zastrzega sobie możność pewnej modyfikacji tych pojęć, a nawet faktycznie ją przeprowadza. Jeśli tedy chcemy poważnie traktować rezultaty współczesnej aksjomatyki fizykalnej, musimy na stosunek podstawowych pojęć fizyki do jej aksjomatów matematycznych zapatrywać się inaczej, niż to czynił Kant. Kantowi słuszność musimy przyznać tylko o tyle, iż już od samego początku stosowania matematyki do przyrodoznawstwa, trzeba przyjąć pewne zasady porządkujące, jak to zgodnie z nami podkreśla także Reichenbach, choćby tylko jako rodzaj prowizorjum, aby móc odróżnić złudzenia zmysłowe i halucynacje od objektywnego stanu rzeczy, ważnego dla całej pewnej grupy obserwatorów. Zasady te, o ile będą wykraczać poza same tylko prawa logiki i analizy matematycznej, a więc n. p. takie, w myśl których będziemy idealizować stosunki przestrzenno-czasowe dane bezpośrednio każdemu z obserwatorów, nie mogą jednak być pojmowane jako coś trwałego i nienaruszalnego, jak chciał Kant, lecz jako coś zdolnego do dalszych modyfikacyj i ograniczeń w miarę tego, jak rozwój badań naukowych będzie tego wymagał. Krótko mówiąc, zasady porządkowania w duchu Kanta nie dadzą się uniezależnić od aksjomatów fizyki samej, jakkolwiek przyznać trzeba, iż praca Kanta z innych założeń wychodząca, nie jest pozbawiona i dla nas pewnej wartości i właśnie ze stanowiska aksjomatyki zasługuje na pewną uwagę.

§. 4. Kant szukał przedewszystkiem zasad oczywistych, a widząc, że te zasady są zarazem niezbędną podstawą nauki, szukał odpowiedzi na pytanie, dlaczego przyroda stosuje się do tego, co rozum nasz uznaje zarazem za konieczne. i co od doświadczenia zdaje się nie zależeć. Odpowiedź na to

pytanie daje teorja idealizmu krytycznego, wedle którego owe formy powszechne i konieczne, do których się zjawiska przyrody stosują, mają źródło podmiotowe w świadomości wytwarzającej naukę. Łącząc w sobie objektywność waloru i subjektywność źródła, noszą nazwę form apriorycznych, charakter zaś powszechności i konieczności wyróżnia je od wszystkich pierwiastków aposterjorycznych, z doświadczenia pochodzących. Odpowiadają one przeważnie temu, co posiada dla nas zarazem charakter oczywistości; terminem tym jednakowoż Kant rzadko się posługuje. W jednem tylko miejscu przyznaje Kant, iż nie wszystkie zasady czystego rozumu mają równie jednaki charakter oczywistości. Jak wiadomo dzieli on zasady syntetyczne na matematyczne (aksjomaty i antycypacje) i dynamiczne (analogje i postulaty). Otóż o zasadach dynamicznych mówi, iż nie zawierają one »owej bezpośredniej oczywistości« jaka właściwa jest zasadom matematycznym, co jednakowoż nie przynosi szkody ich »pewności odnoszonej powszechnie do doświadczenia«. Wyznanie to jest dla nas bardzo cenne, bo wskazuje iż Kant jednak był bliskim tej drogi, po jakiej kroczy aksjomatyka współczesna, i że więcej chodziło mu o wyszukanie tego, co jako zasada konstytutywna nauki musi być przyjęte, niż o to, co umysł jednostki intuicyjnie jako oczywiste przyjmuje. Kant jednak przez ścisłe odgraniczenie pierwiastków apriorycznych i aposterjorycznych uniemożliwił sobie dokonanie tego w czem metoda aksjomatyczna ideał teorji dedukcyjnej upatruje. Dla niego zasada konstytutywna ma wyrażać tylko formę konieczną i powszechną praw przyrody, treść zaś ich, jako pochodząca od przypadkowej materji zjawiska nie mogła być wliczona do zasady konstytutywnej. Wobec tego niemożliwym był u niego taki zbiór aksjomatów, czyli zasad konstytutywnych, któryby sam już wystarczał do wyprowadzenia szczegółowej postaci praw. W dalszych pracach, dotyczących filozofji przyrody, Kant, odczuwając szczupłość swej podstawy i niedostateczność jej dla dalszego rozprowadzenia, rozszerzał dziedzinę poznania apriorycznego, nazywając apriorycznemi zasady, które »zur Verbindung des Prädicats mit dem empirischen Begriffe des Subjects ihrer Urteile keiner weiteren Erfahrung bedür-

fen«[1]. Kant przypuszczał wprawdzie możliwość rozumu obdarzonego intelektualną intuicją (»intelektuelle Anschauung«), dla któregoby nietylko forma ale także i materja zjawisk przedstawiała się konieczną, nie zaś tylko przypadkową, ale ludzkiemu poznaniu takiej zdolności odmawiał. Tymczasem metoda aksjomatyczna przez zasady konstytutywne rozumie zbiór praw w takiej formie, aby z nich wszystkie inne dały się wyprowądzić. Odgraniczenie więc materji i formy w tem znaczeniu, w jakiem Kant to czynił, nie przedstawia żadnego interesu dla nauki tem bardziej że, jak się okazało, nawet i zasady czysto formalne, określające stosunki czasowo-przestrzenne nie muszą posiadać charakteru pewnych konieczności myślowych, lecz owszem przeciwnie mogą mieć wygląd czegoś przypadkowego i zgoła bezpośrednio nieoczywistego. Natomiast zyskuje się coś innego, czego możliwości Kant dla umysłu ludzkiego nigdy nie przeczuwał, mianowicie zyskuje się podstawę dla całkowitej treści wszystkich praw przyrody. O aksjomatach fizyki można powiedzieć śmiało, że one dopiero stwarzają definicję przyrody, każdorazowa zaś zmiana ich zmienia pojęcie o świecie.

Można jednak o formie w przeciwieństwie do materji czyli treści mówić także i przy nowym stanie rzeczy, ale w zupełnie innym sensie niż u Kanta. O zbiorze aksjomatów fizyki teoretycznej tylko pod tym warunkiem można powiedzieć, iż określają one przedmiot fizyki, o ile zachodzą zjawiska, które dadzą się pod symbole tych aksjomatów w sposób jednoznaczny podporządkować. Rzecz jasna bowiem, iż w dziale matematyki stosowanej nie może być mowy o definicji »implicite« definicji przez same tylko aksjomaty. Tylko więc ze względu na fakty, które się im dają przyporządkować, możemy powiedzieć, iż one określają przyrodę. Traktowany zaś w oderwaniu od tych faktów, zbiór aksjomatów fizyki określa niewątpliwie pewien przedmiot, jak każdy zbiór aksjomatów, ale przedmiotu tego nie możemy nazywać przyrodą. Otóż ten zbiór aksjomatów, wraz z całym zbiorem tych związków specjalnych, które dadzą się z niego wydedukować, traktowany w oderwaniu od tego, co mu

[1] Kritik der Urtheilskraft. Str. 20. Wyd. Reclama.

można empirycznie przyporządkować, można nazwać formą, treścią zaś czyli materją należy nazwać surowy materjał faktów, który tym aksjomatom i prawom na ich podstawie udowodnionym przyporządkowujemy. Formą zatem nazywamy cały szkielet logiczno-matematyczny wszystkich praw przyrody, traktowany w oderwaniu od ich znaczenia w konkretnym świecie empirycznym. Jest to zatem ta część matematyki, ten dział geometrji, który daje się stosować w przyrodzie, rozpatrywany niezależnie od swej stosowalności, niezależnie od tego, iż jest on działem matematyki stosowanej. Możliwe iż Kant w późniejszej fazie swego myślenia był bardzo bliskim takiego pojęcia formy, w każdym razie było mu ono obce w chwili, gdy przystępował do budowy gmachu idealizmu krytycznego; nie mógł on zresztą przeczuć, iż także stosunki dynamiczne dadzą się traktować geometrycznie, i że symboliczny schemat każdego empirycznego prawa przyrody da się pojmować jako pewna konstrukcja myślowa, do której można dojść niezależnie od doświadczenia.

Przyjąwszy tedy, że podstawowe pojęcia i zasady przyrodoznawstwa mogą ulegać zmianie razem z aksjomatami fizyki i nie dadzą się od nich uniezależnić, musimy się głębiej zastanowić nad stosunkiem nowych zasad do dawnych, a przedewszystkiem rozważyć, gdzie leży słaba strona tych poglądów filozoficznych, które dotychczas możliwość takiej zmiany wykluczały. Nie chcemy przez to bynajmniej zajmować pewnego dogmatycznego stanowiska wobec nowych teoryj naukowych, nie naszą rzeczą jest tutaj bronić ich lub je zwalczać, chcemy jedynie uwydatnić, jakie konsekwencje przyjąć musi teorja poznania jako nauka o podstawowych pojęciach i zasadach wszystkich nauk szczegółowych, w razie, jeśli zechcemy traktować poważnie rezultaty fizyki współczesnej.

Ponieważ nowa aksjomatyka fizykalna w miejsce dawnych aksjomatów oczywistych i intuicyjnie pewnych stawia inne mniej oczywiste – mamy zaś tu na myśli aksjomat ogólnej inwarjacji, który narusza inwarjacyjny charakter przestrzeni i czasu, czyniąc kontinuum czasowe zależnem od kontinuum przestrzennego, a to ostatnie zależnem od rozmieszczonych w niem mas, a więc zasobów energji —

ponieważ dalej operuje pojęciami, mającemi też niezawsze zrozumiały sens intuicyjny jak np. pojęcie krzywizny samej przestrzeni, przeto znajdujemy we fizyce ten sam stan rzeczy, do którego oddawna przyzwyczaiła nas metoda aksjomatyczna w matematyce. Na pierwszy rzut oka zdawałoby się, że taki stan rzeczy we fizyce jest niemożliwy, skoro w niej pod każdy symbol matematyczny musi się podłożyć jego sens konkretny, odpowiadający danym doświadczenia. Ale trzeba pamiętać, że ta możność przyporządkowania symbolom ich znaczeń konkretnych, możność odczytywania związków między temi symbolami jako zdań oczywistych, jest ograniczona szczupłością naszego zmysłowego doświadczenia, poza które fizyka ustawicznie drogą rachunku usiłuje wykroczyć i to zarówno w kierunku mikro jakoteż i makrokosmosu. Wprawdzie trzyma się ona tego zastrzeżenia, że za rzeczywiste może uważać tylko to, co się da zmierzyć, do czego można dojść rachunkiem, ale bardzo często musi też i na tej charakterystyce poprzestać, iż to, o czem mówi, jest »wielkością, dającą się wymierzyć«, ale bliższa charakterystyka jakościowa odnośnej wielkości zawodzi nieraz najzupełniej, o ile odnośny przedmiot nie okazuje żadnej analogji z czemś danem w bezpośrednim zmysłowym oglądzie. Wszystko wygląda tak, jakoby ta okoliczność, iż te wielkości, dające się wymierzać, przyjmują dla naszych zmysłów postać czegoś konkretnego, naocznego i poglądowego, była dla nich samych nieistotna.

W początkowych stadjach rozwoju fizyki taki stan rzeczy byłby niemożliwy; nie myślimy też wcale lekceważyć intuicyjnych źródeł naszego poznania. Zarówno powstanie matematyki jako też powstanie fizyki byłoby niemożliwe, gdyby się umysł ludzki nie kierował szeregiem zasad oczywistych, powszechnie przez wszystkich uznawanych. Do takich należą prawa myślenia logicznego, w odniesieniu do których nie liczymy się nawet z możliwością, aby zachodziła rzeczywiście niezbędna potrzeba zasadniczego ich przeobrażenia, jakkolwiek hasło logiki niearystotelesowej staje dziś obok hasła geometrji nieeuklidesowej oraz mechaniki nienewtonowskiej. Zwróciliśmy przeto głównie uwagę na aksjomatyzację geometrji, aby od niej przejść do fizyki, którą

formalizm matematyczny zdołał bodaj w części już przerobić na rodzaj »geometrji światowej« (Weltgeometrie), a której przedmiotem są zarówno stosunki geometryczne w dawnem tego słowa znaczeniu, jako też i stosunki dynamiczne.

Uznając tedy doniosłość zasad oczywistych dla genezy naszego poznania, nie wykluczamy jednak wpływu rezultatów, do jakich dochodzi metoda aksjomatyczna, na pewne dalsze ich modyfikacje w kierunku, w którym oczywistość nam swoich usług odmawia.

Część z dawnego znaczenia intuicyjnego podstawowych pojęć i zasad musi być zatrzymana, inaczej nie wiedzielibyśmy, jak należy interpretować aksjomaty matematyczne fizyki z chwilą, gdy je chcemy stosować do doświadczenia. Musimy przyjąć zgóry, iż każde zjawisko fizyczne musi się dać przedstawić jako pewna składowa kontinuum przestrzenno-czasowego, a nadto, iż każdy składnik świata fizycznego musi pozostawać w związku funkcjonalnym z innymi. Intuicyjna różnica między czasem i przestrzenią też musi być zatrzymana, pomimo iż w aksjomacie ogólnej kowarjacji nie jest ona zaznaczona. Należy tylko w myśl tego aksjomatu przyjąć, iż kontinuum czasowe jest zależne od przestrzennego, a jedno i drugie zależne jest od czynnej w świecie energji fizycznej. Te rzeczy już a priori oczywiste nie są. Raczej przeciwnie każdy ma to intuicyjne poczucie, że choćby się ciała w myśli pousuwało, miejsca po nich pozostałyby, i charakter metryczny tych miejsc ulecby zmianie nie powinien. Nie należy też założeń czynionych o kontinuum przestrzenno-czasowych traktować jedynie jako zasad porządkujących w przeciwieństwie do zasad funkcjonalnego powiązania zjawisk, bo sposób funkcjonalnego powiązania zjawisk zależny jest już od metryki kontinuum przestrzenno-czasowego, czyli, jak już przedtem zaznaczyliśmy, zasady porządkowania nie są niezależne od aksjomatów matematycznych powiązania zjawisk. Zasada przyczynowości również winna być zachowana, będzie ona odgraniczać te związki zależności, dla których porządek czasowy jest nieodwracalny. Co należy zmienić w poglądzie na stosunek porządku następstwa zjawisk do zależności przyczynowej wskutek relatywizacji pojęcia czasu, na to

odpowiedź damy dopiero przy końcu niniejszego rozdziału, narazie zaś głównie zwrócimy uwagę na zasady, dotyczące kontinuum przestrzenno-czasowego wogóle.

Moglibyśmy w dalszych naszych rozważaniach nad podstawowemi zasadami i pojęciami przyrodoznawstwa matematycznego trzymać się ściśle owych trzech punktów, które w pierwszym rozdziale naszej pracy przyjęliśmy jako istotne dla aksjomatycznej metody traktowanie przedmiotu, a więc kompletność aksjomatów i zawieranie się w nich tylko tego, co dla teorji jest niezbędne, a następnie związana z tem ewentualna nieoczywistość aksjomatów oraz »niezrozumiałość« występujących w nich symbolów. Wolimy jednak dla utrzymania wewnętrznej ciągłości w pracy rozpatrywać naprzód dwa ostatnie punkty, gdyż te łączą się ściśle z zadaniem teorji poznania, analizy podstawowych pojęć i zasad nauk szczegółowych, podczas gdy sprawa przedmiotu określonego przez aksjomaty dotyczy już poglądu na rzeczywistość.

§ 5. Rozpoczynając od kwestji zasad, rozważymy naprzód, dlaczego dotąd wykluczano możliwość, aby zasady konstytutywne przyrodoznawstwa miały czasem charakter niezgodny z oczywistością, jak należy rozumieć genezę zasad oczywistych, i jaką jest ich rola w stosunku do zasad z oczywistością niezgodnych. W poprzednich bowiem naszych rozważaniach przyjęliśmy tę niezgodność zasad z oczywistością jako fakt gotowy, stwierdzony przez potrzeby przyrodoznawstwa i przyjęty przez aksjomatykę. Winniśmy jednak odpowiedzieć sobie na szereg pytań, jakie ten stan rzeczy nasuwa. Co się tyczy pytania pierwszego, jak możliwe jest, aby zasady konstytutywne nauk przyrodniczych były niezgodne z oczywistością, damy odpowiedź dwojaką. Najpierw zwrócimy uwagę na to, iż oczywistość, towarzysząca sądom, związanym z przedstawieniem przestrzeni i czasu, nie ma dla nauki tej samej wartości, co oczywistość praw logiki, a następnie, iż widocznie związek, jakiego Kant dopatrywał się między konstytutywnością dla nauki a oczywistością względnie koniecznością dla naszego umysłu na prawdę nie istnieje.

Nie wolno przeoczać faktu, że oczywistość zasad kwestjonowanych poświęcono gwoli zachowania oczywistości praw logiki, że wydano na nią wyrok potępienia w imię oczywistości logicznej. Wszak do modyfikacji zasad pierwszych doprowadziła chęć usunięcia sprzeczności logicznej z rezultatów pewnych doświadczeń. Gdybyśmy byli dawne przedstawienia i złączone z nimi sądy zachowali, musielibyśmy dojść do stwierdzenia, że rzeczywistość jest pełną sprzeczności i musielibyśmy zrezygnować z ideału jednolitego obrazu świata. Rozpatrując ogół zasad oczywistych należy je podzielić na dwie grupy, na takie, które równie dobrze stosujemy do przedmiotów idealnych, jako też realnych, i takie, które tyczą się tylko przedmiotów i stosunków, zachodzących w świecie przedmiotów realnych. Do grupy pierwszej należą prawa logiki, których ważność uznajemy nie tylko dla świata idealnego, ale postulujemy ją także dla świata realności. Natomiast sądy oczywiste, tyczące się przedmiotów realnych, należy znowu podzielić na dwie kategorje, na sądy, tyczące się przedmiotów, których realność nie może być kwestjonowana i tyczące się przedmiotów, których realność można kwestjonować. Do pierwszej należą sądy wewnętrznego doświadczenia, na ich czele, oczywistość sądu stwierdzającego nasze własne istnienie, których oczywistości nikt zdrowo i trzeźwo myślący kwestjonować nie może. Do drugiej sądy tyczące się przedmiotów doświadczenia zewnętrznego, których realność niezależnie od doświadczenia bywa kwestjonowana. Otóż tej właśnie ostatniej grupy tyczą się zasady, dotąd uważane za oczywiste, a które obecnie przyrodoznawstwo narusza. Jest rzeczą zrozumiałą, iż wartość oczywistości tych ostatnich musi być najmniejsza, bo tu wpływ mogą mieć pewne czynniki obce, od nas niezależnie, a więc stosunki układają się tu zupełnie inaczej, niż w sferze przedmiotów świata idealnego, lub też świata wewnętrznego doświadczenia. Do tej więc trzeciej sfery należą zasady, tyczące się kontinuum przestrzenno czasowego, oraz pewne zasady dynamiczne o zależności funkcjonalnej czy przyczynowej między zjawiskami, na które się nieraz w nauce powoływano jako na coś oczywistego, jak np. zasada rozchodzenia się działania na odległość z prędkością nieskończenie wielką, albo zasada ciągłości wyrażana w formie »natura non facit saltus«. Obie ostatnie uznano obecnie

również za fałszywe, pierwszą odrzuciła teorja względności, drugą teorja kwantów energji wykazując, iż natura przy wszelkich przemianach energetycznych nic innego nie robi, jak tylko właśnie skacze. Otóż wszystkie te zasady nie mogą mieć dla budowy nauki znaczenia równorzędnego z zasadami pierwszej i drugiej sfery, t. j. prawami logiki i tem, co uważamy za oczywiste dla faktów wewnętrznego doświadczenia.

Dziś chyba dla nikogo nie ulega wątpliwości to, iż chcąc zbadać podstawowe zasady przyrodoznawstwa, nie wystarczy poddać analizie same tylko prawa rozumu, nie wystarczy poznać tylko to, co świadomość indywidualna za intuicyjnie pewne przyjmuje, lecz że musi być uwzględniony każdorazowy stan wiedzy ludzkiej, który odzwierciadla w sobie ogół doświadczeń i wysiłków myślowych całej naukowo pracującej ludzkości. Wszak i Kant, gdy tworzył swą teorję, wiedzy apriorycznej, to tylko w tym celu, aby zrozumieć i wytłumaczyć postępy nowożytnego przyrodoznawstwa, którego triumf widział w fizyce newtonowskiej. A jeśli dziś czynimy Kantowi słusznie zarzut, że nie wystarcza analiza samych tylko konieczności myślowych, lecz potrzebną jest analiza poznania przyrodniczego, to zarzut jest słuszny tylko o tyle, iż Kant błędnie ówczesny stan wiedzy przyrodniczej uważał za zdobycz trwałą, której nic zachwiać nie zdoła. Już w pracy naszej p. t. »Przyczynowość a stosunek funkcjonalny«, jakkolwiek dość niewolniczo trzymaliśmy się jeszcze pewnych założeń teorji poznania Kanta, zwróciliśmy przecież uwagę na to, iż należy w jego teorji poznania oddzielić znaczenie czynników »apriorycznych« wiedzy, od znaczenia pierwiastków »konstytutywnych« wiedzy. Że muszą istnieć pewne pojęcia i zasady konstytutywne nauk, pozostanie prawdą nawet i wtedy, gdy się ich aprioryczność zupełnie odrzuci i pominie[1]. Podobną myśl wyraża także i Reichenbach, zwracając uwagę na to, iż pojęcie »apriori« u Kanta posiada dwojakie znaczenie, albo znaczy tyle co »den Gegenstandsbegriff konstituierend« albo »apodiktisch gültig«. Tylko to pierwsze znaczenie da się przy

[1] L. c. Str. 3.

dzisiejszym stanie utrzymać. Niektórzy komentatorowie Kanta oddawna wprawdzie zwracali uwagę na to, iż pojęciu apriori nie należy przypisywać znaczenia psychologicznego lub metafizycznego (Cohen, Riehl), lecz tylko znaczenie wyłącznie logiczne lub metodologiczne, ale to jeszcze nie wystarcza. Bo mówiąc o znaczeniu wyłącznie logicznem, ciągle jeszcze można było sprawę rozumieć dwojako, mianowicie iż chodzi tu o pewne konieczności myślowe »Denknotwendigkeiten«, jak mówi szkoła marburska[1], do których wykrycia można dojść na podstawie rozważań czysto rozumowych bez oglądania się na faktyczny wygląd wiedzy, gdyż chodzi tu o coś, co ma dla umysłu naszego charakter intuicyjnej pewności i oczywistości, albo że mamy na myśli pewne założenia, dla nauki niezbędne wprawdzie, chociaż nie zawsze bezpośrednio oczywiste i apodyktycznie intuicyjnie pewne. Kant wprawdzie zwracał uwagę na różnicę między questio facti a questio iuris w rozważaniach, dotyczących podstaw nauk, ale ciągle jeszcze powstaje pytanie, na jakiej podstawie questio iuris ma być rozstrzygane, czy wystarczy się powołać na samą np. zasadę ekonomji w myśleniu, czy ma tu rozstrzygać własna intuicja bez bliższego wglądania w potrzeby nauki. Dlatego, jak słusznie Vaihinger w Komentarzu do krytyki czystego rozumu zaznacza, nawet ci, którzy rzekomo sprowadzają znaczenie kantowskiego »a priori« do znaczenia czysto logicznego, przecież mają na myśli coś więcej niż tylko formalno-logiczne znaczenie[2], i pewien ślad zabarwienia psychologicznego zawsze u nich zostaje, co też istotnie miało miejsce i u Kanta.

Nie przeczymy więc temu, że przedstawienia czasu i przestrzeni łączą się w umyśle każdej jednostki z szeregiem trwałych przeświadczeń intuicyjnych, ale kwestjonujemy to, czy tylko one mają prawo do figurowania jako składniki konstytutywne wiedzy. Kant przypisuje składnikom apriorycznym wiedzy charakter bezwzględnej konieczności i powszechności. Ale konieczność oznacza tylko cechę

[1] Natorp. Die logischen Grundlagen der exacten Wissenschaften.
[2] Vaihinger. Commentar zu Kants Kritik der reinen Verunft Zweiter Band. Str. 89—101.

pewnego stosunku, koniecznem jest zawsze tylko coś ze względu na coś innego; pytamy więc, ze względu na co są te zasady konieczne, czy ze względu na nasz umysł czy ze względu na naturę przedmiotu. Jeśli zgodzimy się na pierwszą z tych dwu alternatyw, będzie to równoważnem z zupełnem uzależnieniem objektywności waloru od subjektywności źródła, dojdziemy do interpretacji wyłącznie psychologicznej, która była obcą intencjom Kanta. Jeżeli zaś zgodzimy się na drugą alternatywę, nie mamy zastrzeżenia co do tego, iż zasada nie śmie być narzuconą przez doświadczenie. Bo i zasady, podyktowane przez doświadczenie, koniecznemi mogą się okazać ze względu na swój przedmiot. Koniecznem może być coś ze względu na swój przedmiot przez prostą definicję przedmiotu, jak np. zasady geometryj nieeuklidesowych koniecznemi są dla badanych przez nie przedmiotów.

Podobnie i drugi termin »powszechność« może być dwojako interpretowany, w sensie subjektywnym i objektywnym. Jasne jest, iż nie chodzi Kantowi o sens subjektywny. Wszak kantowskie postulaty empirycznego myślenia, albo analogje uświadamiają się ludziom dopiero przy pewnym stopniu rozwoju intelektualnego. Pojmując powszechność w ten sposób, iż każda jednostka wszędzie i zawsze musi daną zasadę znać, interpretowalibyśmy powszechność w sensie subjektywnym, który pierwotnie zdaje się nie leżał w intencji Kanta. Nadajmy jednak powszechności sens objektywny; znaczyć ona wówczas będzie, iż rzecz nie dopuszcza wyjątku bez względu na to, czy ktoś o niej zawsze wie, czy nie. I tu zdawałaby się leżeć różnica istotna między stanowiskiem Kanta a aksjomatyki współczesnej, bo zasady konstytutywne nauki, suggerowane przez doświadczenie, nie mogą mieć gwarancji co do tego, czy nie dopuszczają wyjątków. Ale skądże możemy mieć tę pewność, stojąc na stanowisku filozofji Kanta? Jeśli nie wiemy, czy zasada obecnie przyjmowana, iż masy ciał wpływają na krzywiznę przestrzeni, da się na zawsze utrzymać, to tak samo nie wiemy u Kanta, czy zasada, iż kontinuum przestrzenne ma charakter euklidesowy, okaże się zawsze prawdziwą. Jeśli nie wiemy, czy upływ czasu zechce się zawsze stosować do

równań transformacyjnych Lorentza, to skąd mamy wiedzieć, że zechce się on zawsze stosować do równań transformacyjnych Galileusza. Powszechność tu i tam jest zawsze tylko założeniem, którego prawdziwości nikt nam poręczyć nie może.

Możliwą jest jeszcze trzecia interpretacja atrybutów, przy pomocy których Kant rozpoznaje aprioryczne składniki wiedzy, mianowicie jeśli cechę konieczności i powszechności, albo przynajmniej pierwszą będziemy równocześnie interpretować subjektywnie i objektywnie, przyjmując i konieczność ze względu na umysł i konieczność ze względu na naturę przedmiotu. Wtedy wysuwa się pytanie, czy te konieczności są od siebie niezależne, a tylko przypadkowo schodzą się ze sobą, czy też zależą od siebie, jedna z drugiej wynika. W wypadku zależności mogłaby być mowa u Kanta tylko o zależności objektywności waloru od subjektywności źródła, ale nie naodwrót. Otóż, jak wiadomo, była już w literaturze filozoficznej polemika między Kuno Fischerem a Trendelenburgiem na ten właśnie temat stosunku zależności względnie niezależności tych dwu znaczeń kantowskiego apriori. Trendelenburg obstawał za interpretacją niezależności, Kuno Fischer natomiast za zależnością objektywności form apriorycznych od subjektywności źródła[1]. Żadna jednak z tych interpretacyj nie uwalnia nas od tych trudności, o które nam chodzi. Jeśli staniemy na stanowisku Kuno Fischera, dojdziemy do znanych i często już w literaturze filozoficznej podnoszonych trudności na temat stosunku materji do formy, w jaki sposób zrozumieć stosowanie się materji zjawisk, w której przejawia się obecność czynnika od umysłu zupełnie niezależnego, do formy, która ma wyłącznie źródło podmiotowe. Jeśli zaś przyjmiemy stanowisko Trendelenburga, zajdzie potrzeba uciekania się do jakiejś harmonji zgóry ustanowionej między prawami umysłu a rzeczywistością od umysłu niezależną.

Nową odmianę w interpretacji powyższych atrybutów konieczności i powszechności możnaby usiłować wprowadzić, zwracając uwagę na to, iż Kant, mówiąc o podmiotowem

[1] Kuno Fischer. Immanuel Kant. T. I. St. 388—392.

źródle form apriorycznych, ma na myśli nie świadomość pojedynczych jednostek, ale »świadomość wogóle«, świadomość, która wytwarza naukę. O ile jednak nie będziemy temu pojęciu nadawali znaczenia metafizycznego, nic się przez to nowego nie uzyska.

Wobec powyższej wadliwości w argumentacji Kanta, którą zresztą rozwój przyrodoznawstwa coraz silniej uwydatnia, jest rzeczą usprawiedliwioną i konieczną zaznaczać różnicę między rolą czynników konstytutywnych nauki a czynników, które umysł intuicyjnie jako pewne przyjmuje, nie oglądając się na to, czy nauce takie dane intuicyjne dogadzają. Dlatego też tam, gdzie będzie chodziło o zaakcentowanie tej strony podmiotowej, będziemy mówić o intuicjach, mając na myśli pod tym wyrazem i zasady i przedstawienia, których się odnośne zasady tyczą; tam zaś, gdzie będzie chodziło o podstawowe i niezbędne założenia nauk, będziemy używać przymiotnika »konstytutywny«, mówiąc o pojęciach i zasadach konstytutywnych przyrodoznawstwa. Apriorica kantowskie ograniczają tedy składniki konstytutywne przyrodoznawstwa do danych intuicyjnych Tymczasem przyrodoznawstwo nowoczesne nie ogranicza się w doborze swoich zasad tylko do danych intuicyjnych świadomości, jakkolwiek uznaje ich nadzwyczajnie doniosłe znaczenie w tworzeniu się nauki.

§ 6. Inaczej postępują inni filozofowie, usiłujący pogodzić pewne trudności między stanowiskiem Kanta a postępami fizyki współczesnej. Zwrócimy tu uwagę na dwu z pośród nich, mianowicie Cassirera i Reichenbacha. Pierwszy z nich, przedstawiciel szkoły marburskiej idzie w ustępstwach swoich na rzecz fizyki współczesnej znacznie dalej niż inny reprezentant tej szkoły, Natorp, który pisząc na temat stosunku filozofji Kanta do fizyki współczesnej w swoich »Logische Grundlagen der exakten Wissenschaften« — jak mu słusznie Schlick wykazał — nie ujawniał jeszcze należytego zrozumienia pewnych spraw. Natomiast Reichenbach, owiany duchem aksjomatyki współczesnej, zbliża się do stanowiska empiryzmu Schlicka. Obaj, Cassirer i Reichenbach, pragną zachować pewne znaczenie kantowskiego terminu apriori, każdy jednak z nich czyni to inaczej.

I tak Cassirer ogranicza znaczenie kantowskiego a priori do czegoś bardzo ogólnikowego i idąc za przykładem fizyka Lauego, za aprioryczny uważa w przedstawieniu czasu ogólny schemat porządku czasowego, który jest wspólny wszystkim czasom zarówno względnym jako też bezwzględnemu i któryby nie wykluczał wszystkich tych niespodzianek z relatywizacją współczesności i długości odcinków czasowych, który wniosła teorja względności. Podobnie w odniesieniu do przestrzeni aprioryczną jest dla niego tylko pewna forma »przestrzenności wogóle«, która wyraża się w ogólnem pojęciu elementu linjowego. Nazwę form apriorycznych noszą w ten sposób pewne elementy tak ogólne, iż nie łączą się jeszcze z niemi prawie żadne przeświadczenia intuicyjne. Tem samem wartość tych czynników apriorycznych redukuje się do zera i nie wiadomo, dlaczego na owe zera poznania kładzie się tak wielki nacisk. Nie brak wprawdzie i u Kanta całego szeregu miejsc, które rolę »a priori« sprowadzają do bardzo skromnych rozmiarów. I tak np. znaleźć można u niego zdania: »Der Raum vor allen Dingen... ist nichts Anderes, als die blosse Möglichkeit äusserer Erscheinungen... Die empirische Ausschauung ist also nicht zusammengesetzt aus Erscheinungen und dem Raume (der Wahrnehmung und der leeren Auschauung). A nadto »Der Raum ist bloss die Form der äusseren Auschauung, aber kein wirklicher Gegenstand, der äusserlich angeschaut werden kann«[1]. Ale jeśli przestrzeń, jako forma, czyste wyobrażenie, nie da się sama wyobrazić, narzuca się pytanie, dlaczego Kant tę formę nazwał przecież wyobrażeniem, i dalej czyż nie wynika stąd, że w miarę, jak uszczuplamy rolę czynnika apriorycznego, tem większą musimy przypisać samemu doświadczeniu i afekcji zmysłów, i tem mniej staje się zrozumiałem, czemu właściwie zawdzięczamy to, iż nasze przeświadczenia, dotyczące form apriorycznych mają znamię bezwzględnej powszechności i konieczności.

To też na pytanie Schlicka, jakie zasady syntetyczne a priori widzi Cassirer w podstawach przyrodoznawstwa

[1] Kant, Kritik der reinen Vernunft, Wyd. Reclama, str. 357.

wedle swego pojmowania filozofji Kanta, odpowiada Cassirer »eigentlich nur den Gedanken der Einheit der Natur d. h. der Gesetzlichkeit der Erfahrung überhaupt; oder vielleicht kürzer der Eindeutigkeit der Zuordnung«[1]. Podobne założenia, jak słusznie podnosi Schlick, przyjmuje jednak także każdy empirysta. I empirysta wierzy »w jedność natury, w prawidłowość wszelkiego doświadczenia«, tylko nie wierzy w to, aby ważność tych założeń, ich objektywna konieczność dała się udowodnić drogą jakiejś dedukcji transcendentalnej. W odniesieniu do tej uwagi Schlicka musimy jednak zaznaczyć, iż wielu i to najwybitniejszych przedstawicieli szkoły marburskiej w możliwość takiej dedukcji transcendentalnej również nie wierzy i istotę metody transcendentalnej Kanta interpretuje w ten sposób, iż od tej interpretacji należy uczynić jeszcze tylko jeden krok, aby dojrzeć, iż istota tak rozumianej metody transcedentalnej jest identyczna z metodą aksjomatyczną, i że ta właśnie metoda aksjomatyczna jest powołana do pogodzenia empiryzmu z racjonalizmem kierunku filozofji krytycznej Kanta. I tak wedle Natorpa istotny sens metody transcendentalnej polega na tem, iż biorąc pod uwagę wiedzę istniejącą, należy warunki umożliwiające wiedzę naukową »naukowe doświadczenie (matematykę i matematyczne przyrodoznawstwo) odnaleść w niem samem« przez wskazanie czynników istotnie w niem czynnych i sprowadzenie go do podstaw ostatecznych, a więc takich założeń, które już same do niczego prostszego sprowadzić się nie dadzą. Natomiast wszelkie wprowadzanie podmiotu poznającego, stojącego jak gdyby poza doświadczeniem (gleichsam hinter der Erfahrung«), i szukanie warunków naukowego doświadczenia w strukturze umysłu jakgdyby stojącego poza światem i dopiero weń wstępującego (in der eigenartigen Beschaffenheit eines erst wie ausser der Welt stehend, dann in sie eintretend gedachten Subjekts unserer Anschauungen) należy odrzucić jako hipotezę metafizyczną nawet dla psychologji zbyteczną[2]. Co prawda sens tak pojętej metody trans-

[1] Schlick. Kriticistische oder empiristische Deutung der neuen Physik. Kanstudien XXVI. Str. 102.

[2] Natorp. Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften, str. 311.

cendentalnej psują niektóre wyrażenia samego Kanta, które, jako sprzeczne z duchem tej metody, należy z niej odrzucić. Do takich wyrażeń zalicza Natorp wyrażenia jak »subjektive Bedingung der Sinnlichkeit«, Beschaffenkeit unserer Sinnlichkeit« »a priori im Gemüte gegeben«, »Standpunkt eines Menschen« w przeciwieństwie do »Anschauungen anderer denkenden Wesen« i t. d.

Niejasność natomiast wprowadza Natorp w wyłuszczaniu sensu metody transcendentalnej przez użycie terminu »czysty« w odniesieniu do myślenia (reines Denken). O ile jednak metoda transcendentalna miałyby być identyczną z metodą aksjomatyczną »reines Denken« nie mogłoby oznaczać niczego innego, jak tylko właśnie myślenie zapomocą pojęć zdefinjowanych przez aksjomaty, nie zaś zdefinjowanych empirycznie t. zn. przez wyliczanie cech, zapożyczonych od przedmiotów, znanych tylko z opisu. Czegoś podobnego niema jednak ani u Natorpa, ani u Cassirera. Gdyby jednak Cassirer rozważył głębiej co ma oznaczać czasowość wogóle, i przestrzenność wogóle, jaką zakłada fizyka, znalazłby, że i tu należy chwilowo odrzucić sens intuicyjny tych wyrazów i ustalić ich treść przez aksjomaty, ale w ten sposób, aby pod kombinację symbolów, których treść ustalona jest aksjomatycznie, dał się napowrót przynajmniej w pewnych wypadkach podporządkować pierwotny sens intuicyjny. Tylko w ten sposób dałaby się rzeczywistość zracjonalizować bez reszty. Tylko przy takiem pojmowaniu można uzgodnić metodę aksjomatyczną z metodą transcendentalną. W ten sposób rozumiana metoda transcendentalna nie będzie też mogła niczego przesądzić o psychologicznej genezie wiedzy. Aby jednak do tego stanu metodę transcendentalną doprowadzić, należy odrzucić z kantowskiego »a priori« wszelki ślad psychologizmu i to nietylko w tem znaczeniu iż »a priori« przestaje oznaczać coś podobnego do pierwiastków wrodzonych, (do czego Kant dał podnietę w wyrażeniach »acquisitio originaria« »der Grund wenigstens ist angeboren« »verborgene Kunst in den Tiefen der menschlichen Seele«), ale także i w tem znaczeniu, że czynniki aprioryczne wiedzy nie muszą mieć koniecznie charakteru danych intuicyjnych, którym towarzyszy poczucie bezpośredniej oczywistości.

Ważny krok naprzód w duchu powyższej interpretacji Kanta uczynił właśnie Cassirer, jakkolwiek nie zdawał sobie jeszcze jasno sprawy ze stosunku metody transcendentalnej do aksjomatycznej. Idąc jednak w zrozumieniu podstaw fizyki znacznie dalej od Natorpa, przyjmuje takie znaczenie kantowskiego a priori, które z dawnego znaczenia czegoś intuicyjnego zachowuje tylko to minimum, jakie musi się łączyć z nowemi zasadami fizyki. W pojęciu rozciągłości czasowej wogóle zawarte jest niewątpliwie intuicyjne pojęcie czasu, tylko bez bliższego określenia, czy ten upływ czasu zależy od układu odniesienia czy nie, bo to bliższe określenie byłoby już naruszeniem sensu intuicyjnego, o ile miałoby wypaść zgodnie z zasadami fizyki współczesnej.

§ 7. Inaczej postąpił Reichenbach. Nazywa apriorycznemi wszystkie zasady konstytutywne pewnych teoryj fizykalnych. Nadto ponieważ zarówno zasady mechaniki klasycznej, jako też zasady teorji względności uważa za takie, które posiadają charakter oczywistości i mogą być równocześnie nazwane apriorycznemi, przeto dochodzi do twierdzenia, iż istnieją sprzeczne systemy zasad oczywistych i zarazem apriorycznych. Kant tego właśnie, zdaniem jego, nie dostrzegł; nie zdawał sobie nigdy sprawy z tego, że mogą istnieć zasady o ukrytych sprzecznościach wewnętrznych. Reichenbach nadużywa terminu »oczywistość«. Za oczywistą np. uważa zasadę działania zbliska, zasadę względności dla ruchów jednostajnych po prostej, a nawet zasadę ogólnej kowarjacji praw przyrody, które prowadzą łącznie z innemi, jak wiadomo, do sprzeczności z zasadą czasu absolutnego, oraz euklidesowości przestrzeni. Zasada działania zbliska tak samo nie jest oczywistą, jak nie wydaje się nam oczywistą zasada momentalnego działania w dal. Co do zasady względności specjalnej, to ta oczywistą jest co najwyżej w znaczeniu czysto matematycznem, nie zaś w znaczeniu fizykalnem, czyli, jak się mówi inaczej, oczywistą jest zasada kinematyczna względności nie zaś dynamiczna (też zwana inaczej mechaniczną). Gdzie dwa punkty np. zmieniają odległość, tam oczywiste jest, że dla ich opisu matematycznego obojętną jest rzeczą, który z nich obiorę jako układ odniesienia, obojętne jest, czy powiem, że *A* oddala się od *B* w kierunku na prawo, czy *B* od *A* w kierunku wprost przeciwnym. Ale nie jest oczywistem, czy całkowita forma praw przyrody nie ulegnie przy takiej transformacji zmianie. Tem mniej chyba oczywistą jest ogólna forma kowarjacyjna praw przyrody, której możliwości przed Einsteinem nikt nie przeczuwał. Jeśli natomiast terminowi a priori nadamy znaczenie, nie »oczywisty« ale »konstytutywny«, to wtedy twierdzenie Reichenbacha, iż mogą istnieć sprzeczne zasady konstytutywne, nie będzie niczem niezwykłem. To i dla Kanta nie byłoby niezwykłem, zwłaszcza jeśli zważymy, iż on przeczuwał możliwość geometryj nieeuklidesowych a nawet przeczuwał, iż istnieje związek między prawem grawitacji Newtona a formą naszej przestrzeni. Czego jednak nie przeczuwał, to tylko tego, aby przyrodoznawstwo znalazło się w potrzebie zasad konstytutywnych nie oczywistych.

Bardzo często używają niektórzy terminu a priori w jeszcze innem znaczeniu, nazywając w ten sposób wszelkie składniki konstrukcyjne naszej wiedzy, w przeciwieństwie do pierwiastków czysto zmysłowych. Te dowolne konstrukcje myślowe, w przeciwieństwie do pierwiastków rekonstrukcyjnych, nazywa apriorycznemi także np. Reichenbach, zaznaczając, iż udział naszego rozumu w tworzeniu nauki zaznacza się nie tyle w stosowaniu form stałych i niezmiennych, ile raczej we wprowadzeniu elementów dowolnych[1]. W tem znaczeniu używa terminu a priori również wielu matematyków, nie zdając sobie sprawy, iż nie jest to znaczenie kantowskie, np. Weyl. Niekiedy miesza się aprioryzm kantowski z jego idealizmem. Teorja względności i licząca się z nią aksjomatyka przemawia niewątpliwie bardzo silnie na korzyść idealności przestrzeni przez sam fakt ogólnej kowarjacji praw przyrody, t. zn. możność nadania prawom przyrody takiej formy, iż ona nie będzie ulegać zmianie przy dowolnej zmianie układu odniesienia. Okazuje to bowiem niemożność znalezienia jakiegoś uprzywilejowanego

[1] Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori, str. 85. — Też Łukasiewicz w pracy »O zasadzie sprzeczności u Arystotelesa« nazywa apriorycznemi pojęcia konstrukcyjne w przeciwieństwie do rekonstrukcyjnych.

układu odniesienia, brak Archimedesowego punktu oparcia w niej, który znalešćby się powinien, gdyby przestrzeń posiadała realność absolutną. Ale równie dobrze można powiedzieć, iż fakt ten przemawia na korzyść idealizmu Berkeley'a oraz fenomenalizmu Macha, który tę dowolność układu silnie podkreślał, jakkolwiek nie przeczuwał, iż przy takiej dowolności układu można prawom przyrody nadać mimo to formę niezmienniczą, oraz że przeprowadzenie tej myśli pociągnie za sobą konieczność stosowania geometrji nieeuklidesowej.

Natomiast nie przemawia teorja względności na korzyść aprioryzmu Kanta, okazując zależność form apriorycznych od doświadczenia. Przestrzeń okazuje się w nowej teorji zależną od materji, to zaś niezgodne jest zarówno ze stanowiskiem Newtona jako też i Kanta. U Newtona taka zależność jest niedopuszczalna, ponieważ pusta nieskończona przestrzeń posiada u niego byt samoistny niezależny od wypełniającej ją materji, u Kanta dlatego, ponieważ przestrzeń ma swe źródło w apriorycznej formie umysłu, a ta od »materji zmysłów« jest niezależna. Wprawdzie Kant przeczuwał, jak wspominaliśmy, związek między prawem grawitacji Newtona a formą przestrzeni, ale działo się to w okresie przedkrytycznym jego filozofji; gdyby był później do tej myśli powrócił, byłby musiał niejedno w krytyce czystego rozumu zmienić.

Jakie znaczenie należy terminowi a priori nadać na przyszłość, to jest rzeczą dla nas obojętną; chodzi tylko o to, aby nie wprowadzać nieporozumień przez wieloznaczne jego używanie. Kto chce, może nim oznaczać wszelkie zasady konstytutywne nauki, a nawet i dowolne konstrukcje myślowe, kto chce czynić inaczej, oznaczając nim tylko zasady konstytutywne oczywiste, może tak postąpić, byleby nie prowadził sporu o słowa. Ważnym natomiast jest dla nas rezultat, iż dwa te znaczenia są od siebie niezależne nawet w systemie Kanta, o ile chcemy uniknąć jego interpretacji w duchu psychologistycznym. Zatem na pytanie, jak jest możliwe, aby aksjomaty przyrodoznawstwa, a więc zasady konstytutywne tej nauki, były niezgodne z oczywistością, odpowiemy, iż te dwie cechy »oczywistość« i »konstytutywność« są od siebie niezależne; zespalanie ich obu jednym terminem pochodziło tylko stąd, iż nie znano żadnego powodu, któryby zmuszał do przypuszczenia odmiennego. Założenie, iż one muszą sobie towarzyszyć, przyjmowano dlatego, iż ono wydawało się najprostsze i najnaturalniejsze. Przyjmowano je siłą faktu; tak właśnie było u Kanta. Jeśli tę oczywistość dziś poświęcamy, zachowując natomiast respekt dla oczywistości praw logiki, to widocznie iż tamta wydaje się nam mniej cenną, niż ta ostatnia. Wolimy zrezygnować z absolutnych form czasu i przestrzeni, niż z możności powiązania rezultatów doświadczeń w system wolny od sprzeczności.

§ 8. Ta odpowiedź wymaga jednak dalszej na pytanie, jak należy rozumieć genezę kwestjonowanych zasad oczywistych, jak zrozumieć ten fakt, iż doświadczenie może im zaprzeczyć, mimo, iż wydawały się one od doświadczenia niezależne. Podkopanie pewnych zasad, które uchodziły za oczywiste, zdaje się tworzyć groźny prejudykat na przyszłość. Co one wogóle są warte, i jaka jest właściwie ich kompetencja, skoro doświadczenie może je obalić. Wszak pierwotne znaczenie kantowskiego a priori jest właśnie, iż zasada aprioryczna jest od doświadczenia niezależna. Powszechność i konieczność są tylko kryterjami, po których można odróżnić to, co jest a priori, t. j. od doświadczenia niezależne od tego, co jest a posteriori. I oczywistość oznacza również nie tylko coś takiego, czego prawdziwość jest dla mnie odrazu widoczna, ale co do czego mam tem samem przekonanie, iż doświadczenie tego nie może obalić.

Niewątpliwie i kantowskie apriorica rozwijają się pod wpływem doświadczenia, o ile doświadczenie dostarcza umysłowi pewnych okazyj; nie przypuszcza się jednakowoż nigdy, aby to, co się raz w naszym umyśle przy okazji doświadczenia rozwinęło, mogło być później przez nie obalone. Ponieważ zaś nowy stan rzeczy podobnego przypuszczenia od nas wymaga, zdaje się tedy napozór, iż niema innego wyjścia, jak przyjęcie, iż odnośne zasady nie tylko rozwinęły się w nas przy okazji doświadczeń, ale że są one produktem doświadczenia w pełnem tego słowa znaczeniu, a więc wynikiem pewnych nałogów myślowych, pewnych nawyknień, utrwalonych nadto drogą dziedzictwa. Takie rozstrzygnięcie

sprawy nie wydaje się nam trafne; nie ulega kwestji, że nie chodzi tu o jakieś »ausgefahrene Associationsketten«, mimo, iż pewien udział doświadczenia przyjąć tu musimy. Gdyby to były tylko pewne przyzwyczajenia umysłu, choćby dziedzicznie utrwalone, odzwyczajenie się od nich nie byłoby tak trudne. Intuicji przestrzeni nieuklidesowej nie nabędziemy przecież nigdy; zrezygnowanie z euklidesowości oznacza zrezygnowanie ze zmysłowego obrazu świata wogóle. Takie wprawdzie zasady, jak momentalne działanie w dal, albo zasada ciągłości, o ile wyraża się w zdaniu »natura non facit saltus«, o ile uchodziły czasem za oczywiste, były niewątpliwie tylko rezultatem źle zaobserwowanych faktów. Natomiast o zasadach, związanych z przedstawieniem czasu i przestrzeni, można tylko powiedzieć, iż są one przystosowane do pewnej ograniczonej tylko sfery rzeczywistości. Gdyby człowiek miał możność obejmowania zmysłami całości świata, może to stworzyłoby w nim intuicję przestrzeni riemannowskiej. Podobnie gdyby miał możność być wszechobecnym, może nie trudno byłoby mu zrozumieć, dlaczego momenty czasowe, które intuicja czasu absolutnego chce wskazać jako współczesne, de facto nie zachowują się względem siebie jako równoczesne. Nie jest wykluczone, że umysł nasz, przy okazji innych doświadczeń mógłby rozwinąć w sobie intuicje odmienne od tych, jakie faktycznie posiada. Jeśli zaś powiadamy, że umysł nasz jest przystosowany tylko do pewnej ograniczonej sfery rzecywistości i intuicyj raz utworzonych przerobić nie może, nie należy tego faktu ani traktować pesymistycznie ani uciekać się do takich sposobów wyjaśnienia ich genezy, jakie wprowadzają przedstawiciele skrajnego empiryzmu. Okoliczność, że ich walor przywiązany jest tylko do pewnych warunków, nie powinien nas wcale nastrajać pesymitycznie, bo świadczy on raczej o bardzo celowem urządzeniu świata. Bardzo jest bowiem wątpliwe, czy wyszlibyśmy biologicznie na tem dobrze, gdyby konstrukcja naszego umysłu nie była przystosowana przedewszystkiem do tej ograniczonej sfery rzeczywistości, która jest zarazem sferą naszych wpływów praktycznych. Takie urządzenie rzeczywistości nie może nawet zadziwić tych, którzyby chcieli w podstawach wiedzy ludzkiej widzieć nawet źródło nadprzyrodzone; wiadomo zaś, że pewne interpretacje czynników »apriorycznych« poznania nie bardzo odbiegały od takiego pojmowania sprawy, okazując się echem spóźnionem dawnej nauki o wrodzonych ideach i zasadach lub jeszcze dawniejszej o wiedzy ludzkiej jako przypomnieniu wizji świata nadzmysłowego (mathesis = anamnesis). Niema jednak potrzeby ani do okrywania wiedzy apriorycznej jakąś mgłą tajemniczości, ani do uciekania się do takich sposobów wyjaśnienia jej genezy, jakie wprowadzają przedstawiciele skrajnego empiryzmu. Wiedza aprioryczna nie musi być wcale pojęta jako rezultat uogólnień, aby jej istnienie dało się rozumieć w sposób naturalny, i aby zarazem był zrozumiały fakt, iż jest ona przystosowana tylko do pewnego skończonego obszaru rzeczywistości. Wiedza ta dotyczy stosunków między pojęciami, które możemy ujmować, jak słusznie na to zwrócił uwagę Russel, równie bezpośrednio jak pewne związki przedmiotów konkretnych. Należy je tedy zestawiać nie ze sądami, będącemi wyrazem pewnych uogólnień, ale ze sądami o faktach. Od tych ostatnich różnią się one tylko swoim przedmiotem natury ogólnej, który dla siebie jest jeden[1], ale ma tę własność, że może reprezentować większą ilość przedmiotów, i dzięki temu jego rola poznawcza jest większa, niż sądu o fakcie. Dlatego jeden przedmiot konkretny, o ile da się podporządkować pod pewne pojęcie ogólne w ten sposób, iż może służyć chwilowo za jego reprezentanta, może stać się podstawą sądu apriorycznego. Mogę wtedy »ab uno discere omnia«, dlatego, że te omnia jako mnogość dla mnie nie istnieją, lecz właśnie tylko to »unum«, które jednak dany przedmiot konkretny tylko w sposób nieudolny może reprezentować. W ten sposób na jednym trójkącie wykrywam własności wszystkich, zupełnie nie troszcząc się o tę mnogość. Przedmiotami takich sądów nie muszą być koniecznie formy czasowe i przestrzenne, ale też i dowolne inne treści empiryczne, jak na to słusznie zwrócili uwagę fenomenologowie ze szkoły Husserla, o ile uchwycę w nich coś, co się może powtarzać w nieskończo-

[1] Twardowski. Zur Lehre von Inhalt und Gegenstand § 15.

nej mnogości egzemplarzy, o których zresztą wcale myśleć nie potrzebuję. Że barwa pomarańczowa jest bliższą barwy czerwonej niż żółta, jest również prawdą intuicyjną, podobną do prawd intuicyjnych geometrycznych, do której uzyskania wystarczy jednorazowe poznanie skali barw. Mamy tu zatem przykład prawdy ogólnej, dotyczącej przedmiotów zmysłowych, a jednak nie zdobytej drogą indukcji, jakkolwiek w pewnem znaczeniu można tu powiedzieć, że zawdzięczamy ją doświadczeniu. Że do prawd ogólnych można dojść tą drogą bezpośrednią, nie zaś drogą indukcji, tego dowodzi Russell, wskazując także na przykłady takich twierdzeń ogólnych, dla których nie mamy ani jednego przykładu szczególnego[1].

Że umysł posiada zdolność poznawania takich prawd, nie jest to czemś bardziej zagadkowem, jak to, iż posiada on zdolność poznania przedmiotów pojęć, które sobie konstruuje. Dla tych przedmiotów kwestja ich istnienia (w znaczenie »existere« nie »esse«) jest obojętną. Musimy nawet o nich powiedzieć, że one nigdy nie istnieją, chyba, że przez ich istnienie będziemy rozumieli to, iż one się w pewien niedoskonały sposób w przedmiotach zmysłowych odbijają, »odzwierciadlają«, jeśli użyjemy terminu platońskiego. Bo i ta czerwoność, o której wydaję prawdę ogólną, iż bliższą ona jest barwy pomarańczowej niż żółtej, nie jest identyczna z tą jedną konkretną czerwonością, którą raz jeden widziałem, a która mi stosunki ogólne między barwami odkryć pozwoliła. Takim przedmiotem, którego tyczyły się prawdy intuicyjne, aprioryczne, jest przestrzeń absolutna euklidesowa i czas absolutny, których własności odkryliśmy, zapoznawszy się ze stosunkami, panującemi w przestrzeni empirycznej i czasie empirycznym. Już z jednorazowego doświadczenia przestrzeni empirycznej lub czasu empirycznego może umysł wyczytać pewną prawdę oczywistą, która prawdziwą jest we wszystkich wypadkach przestrzeni empirycznych i czasów empirycznych, w których się te same warunki powtórzą; zupełnie tak samo, jak z jednorazowego poznania barw szeregu widma odkrywam prawdę oczywistą, iż barwa pomarańczowa jest podobniejszą do czerwonej niż żółta. O czasie absolutnym i przestrzeni euklidesowej w ten sposób odkrytej możemy się też wyrazić w duchu terminologji platońskiej, iż odzwierciadlają się w czasach empirycznych i empirycznych przestrzeniach. Wiedza aprioryczna w danym wypadku nie tyczy się świata egzystencji w sposób bezpośredni, lecz tylko pośrednio o tyle, o ile ten świat egzystencji odsłonił nam, pozwolił w sobie dojrzeć pewien porządek idealny. Możemy też o tem poznaniu form idealnych przy okazji doświadczenia wyrazić się zgodnie z terminologję Kanta, iż jest ono warunkiem, pod którym wiedza o doświadczeniu w danym zakresie doświadczeń jest możliwa, bo tylko dzięki nim możemy wprowadzić pewien ład i porządek w doświadczenie. Na dobór tych form wpływało zawsze doświadczenie choć nie jest ono źródłem wiedzy apriorycznej. Ten sam stosunek, który więc Kant nazywał ujmowaniem surowego materjału wrażeń zmysłowych w pewne formy aprioryczne, a który dla Platona był odzwierciedleniem się porządku idealnego w świecie zmysłowym, ten sam stosunek ze stanowiska metody aksjomatycznej można nazwać poprostu stosunkiem przyporządkowania. Tylko dzięki niemu możemy korzyści metody aksjomatycznej przenieść na dziedzinę faktów. Nigdy jednak nie możemy mieć pewności, czy przy dokładniejszem poznaniu faktów nie będziemy musieli zmienić odnośnego systemu symbolów. Dlatego też Einstein trafnie powiada, że o ile twierdzenia matematyki odnoszą się do rzeczywistości, o tyle nie są pewne, o ile zaś są pewne, o tyle nie odnoszą się do rzeczywistości.

[1] Russell. Zagadnienia filozofji. Str. 108.

W innem miejscu porównywa Einstein trafnie stosunek świata pojęć do świata faktów ze stosunkiem ubrania do kształtów ciała ludzkiego. Ubranie co do swej genezy niezależne jest od ciała, ale musi być tak skrojone, aby do kształtów ciała ludzkiego przylegało. Podobnie nasza wiedza rozumowa, tycząca się stosunków między pojęciami, będąc swobodnym tworem ducha ludzkiego, o ile ma służyć celom poznania świata, musi być tak skonstruowana, aby służyła do ujmowania faktów. »Pojęcia i układy pojęć mają tylko przez to rację bytu, że służą do utworzenia poglądu na kompleksy spostrzeżeń; niema dla nich innej legitymacji«.

Odnosi się to przedewszystkiem do naszych pojęć o czasie i o przestrzeni.

Słów Einsteina, zdaniem naszem, nie należy rozumieć w ten sposób, aby konstrukcje logiczno-matematyczne nie miały jednak znaczenia dla siebie, niezależnie od ich dziedziny stosowalności. Zgóry nie można bowiem przewidzieć, jakich konstrukcyj pojęciowych przyszłe ujmowanie faktów będzie wymagało. I współczesny postęp fizyki byłby niemożliwy, gdyby nie odnośne prace matematyków, które odpowiednie narzędzie myślenia przygotowały. Dlatego rozważania o czasach lokalnych podobnie jak i geometrjach nieeuklidesowych mają wartość dla siebie już przed odkryciem faktów, któreby się dały pod nie podporządkować, jako odkrycie możliwości dotąd nie przeczuwanych. Realne znaczenie zyskują nowe formy z chwilą, gdy poznajemy fakty, które nam nowe stosunki odzwierciedlają. Z chwilą, gdyśmy te nowe fakty odkryli, musimy i o tych nowych formach powiedzieć, iż one są warunkiem naszej wiedzy o doświadczeniu. Poznaliśmy nie tylko nową sferę bytu w świecie idej platońskich, ale zarazem pogłębiliśmy naszą wiedzę o doświadczeniu. Nowe odkrycia nie tylko nie przynoszą uszczerbku naszej dotychczasowej wiedzy apriorycznej, ale przeciwnie potężnie ją rozszerzają. Jeśli ktoś więc powiada, iż twierdzenie o współczesności absolutnej jest prawdą aprioryczną, której nie wolno przeczyć, winien pamiętać, iż jest ono prawdą aprioryczną tylko w odniesieniu do czasu absolutnego, a ten czas absolutny o tyle tylko istnieje, o ile pewne czasy empiryczne zbliżają się do warunków czasu absolutnego.

W tym duchu należałoby uzupełnić i poprawić filozofję Kanta. Jeśli Kant powiedział niegdyś o sobie, że filozofja Hume'a obudziła go z drzemki dogmatycznej, to teorja względności winna obudzić pewnych filozofów z drzemki nad systemem Kanta oraz oderwać ich od ślepego zaufania w pewne prawdy aprioryczne, nie zdającego sobie sprawy z warunków ich stosowalności.

Powyższe uwagi, dotyczące powstania wiedzy apriorycznej, której źródła można znaleźć także i u Arystotelesa — bo i on, mówiąc o pochodzeniu pewnych zasad rozumowych z doświadczenia, nie miał na myśli zwykłej indukcji[1] — pozwolą nam zarazem zrozumieć należycie rolę dawnych zasad w stosunku do nowych. Z tego powodu bowiem, iż okazała się potrzeba wyjścia poza ograniczoną sferę ich ważności, nie wynika, aby one już swą ważność straciły zupełnie. W warunkach swojej stosowalności są one zawsze prawdziwe i tam doświadczenie nigdy im nie przeczy. Nadto okazało się, iż nowe zasady konstytutywne posiadają taką formę, iż mieszczą w sobie pierwotne jako pewien specjalny wypadek. Czasy lokalne dla małych prędkości odsłaniają warunki stosowalności pojęcia czasu absolutnego. Przestrzenie nieeuklidesowe w dowolnie małych obszarach zachowują się euklidesowo. Gdziekolwiek więc owe specjalne wypadki graniczne zachodzą a zachodzą one zawsze wtedy, ilekroć mamy do czynienia z dostatecznie ograniczonym obszarem świata zmysłowego, zasady pierwotne ciągle zachowują swój walor.

Inaczej byłoby niezrozumiałe, jak one mogły posłużyć jako szczebel celem dostania się na poziom zasad nowych. Możnaby zatem sformułować ogólny postulat, iż ilekroć zmuszeni jesteśmy wprowadzić do nauki nowe zasady konstytutywne, winno się to zawsze dziać w ten sposób, aby zasady pierwotne, o ile również są ściśle wypróbowane i stwierdzone doświadczalnie, były w nich zawarte jako pewien wypadek graniczny, ważny przynajmniej w pewnych specjalnych warunkach. Postulat ten, któryby można nazwać postulatem stopniowego modyfikowania zasad[1], jest tylko przeniesieniem do teorji poznania tego, co się właśnie ujawniło w rozwoju fizyki współczesnej. Ogólna zasada względności mieści w sobie jako specjalny wypadek zasadę względności szczegółową, szczegółowa zaś zasada względności mieści w sobie jako specjalny wypadek zasadę względności mechaniki klasycznej. Przykład fizyki nie jest zresztą edyny, możnaby analogję do podobnego postępowania od-

[1] Arystoteles. Analitica posteriora. Ks. II. R. 19. Etyka Nikomachejska ks. VI.

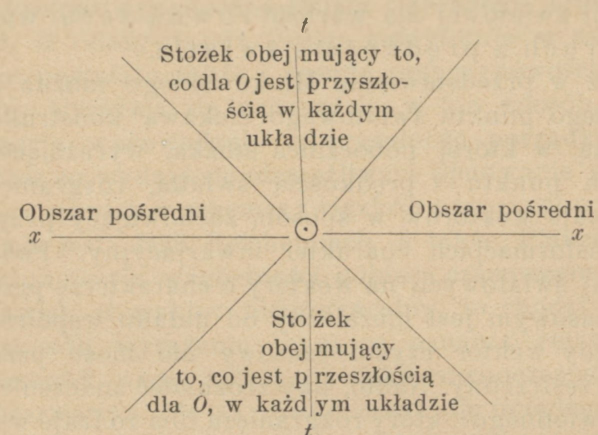
[1] Pierwszy, o ile nam wiadomo, zwrócił uwagę na ten postulat Reichenbach. Mówi jednak niewłaściwie o stopniowem »rozszerzaniu«, gdy tymczasem tutaj chodzi o modyfikowanie zasad.

naleźć i w innych naukach. I tak np. w geometrji widzimy, iż stosunki metryczne geometrji nieeuklidesowej mieszczą w sobie jako specjalny wypadek graniczny metrykę euklidesową. Podobnie w algebrze, jeśli matematycy rozszerzają pojęcie liczby, wprowadzając pojęcie liczb urojonych, albo pojęcie kwaternionów, prawa działania niemi określają tak, aby działania dla liczb rzeczywistych wynikły z nich jako wypadek graniczny.

§ 9. Formułując powyższy postulat, mieliśmy na myśli przedewszystkiem zasady, określające stosunki, panujące w kontinuum czasowo-przestrzennem. Ale z niem łączą się ściśle i stosunki dynamiczne świata fizycznego. Otóż można wykazać, iż relatywizacja czasu modyfikuje w duchu powyższego postulatu także i zasadę przyczynowości. Niektórzy fizycy wyrażają się wprawdzie w ten sposób, jakoby nowa teorja wprowadzała odwracalność porządku czasowego przez co wydaje się niemożliwem ujmowanie porządku czasowego zjawisk w schemat związków przyczynowych. Tak jednak nie jest. Jeśli Reichenbach, a także Planck mówią, iż specjalna teorja względności odbiera czasowemu przebiegowi zjawisk charakter nieodwracalny, to chodzi tu tylko o inny sposób wyrażenia tego, co oznacza relatywizacja współczesności, wedle której zjawiska równoczesne dla jednego obserwatora, nie są równoczesne dla drugiego, co pociąga za sobą, iż zjawiska, które należą do przeszłości dla jednego obserwatora stanowią dopiero przyszłość dla drugiego. Tyczy się to jednak tylko takich zjawisk »zdarzeń punktowych«, które nigdy nie mogą być związane ze sobą związkiem przyczynowym. Celem bliższego wyjaśnienia sprawy posłużymy się terminologją Minkowskiego, w której świat zdarzeń fizycznych można traktować jako kontinuum czterowymiarowe, w którem każde »zdarzenie punktowe«, t. j. zdarzenie, które zajmuje tak mały obszar czasu i przestrzeni, iż można je traktować jako punkt fizyczny, jest wyznaczone czterema współrzędnemi, trzema przestrzennemi i jedną czasową. Szeregowi wydarzeń pewnego punktu materjalnego odpowiada w tem kontinuum pewna linja, zwana jego linją światową, której element będzie wyrażał na ogół odstęp przestrzenno-czasowy, a więc pewien fizykalny proces ruchu. Ów element będzie się nazywał czasowym (»zeitartig«) wtedy, jeśli przez odpowiednią transformację da się sprowadzić do wyrażenia odstępu czysto czasowego, t. zn. odstępu czasowego dwu zdarzeń w tem samem miejscu, przeciwnie nazywać się będzie przestrzennym (»raumartig«) jeśli odstęp czasowo-przestrzenny, nim wyrażony da się przy odpowiedniej transformacjii zamienić na odstęp czysto-przestrzenny, t. zn. na odległość dwu punktów przestrzennych w tym samym czasie. Owe dwa rodzaje linij światowych, które jako wielkości kierunkowe, można także nazwać krótko wektorami, różnią się między sobą znakami; gdy zaś element linji światowej ma wartość *równą zeru*, wtedy wyraża on *ruch z prędkością światła*.

Otóż w przedstawieniu Minkowskiego można uzyskać dla każdego punktu światowego ciekawą konstrukcję geometryczną, w której pobocznica stożka, wyrażającego właśnie ruch punktu z prędkością światła, rozgranicza owe dwa rodzaje wektorów w sposób, zachowujący przy wszelkich transformacjach charakter inwarjacyjny. Podział bowiem linij światowych na wektory o charakterze przestrzennym i czasowym jest niezależny od układu współrzędnych, t. zn. nigdy wektor czysto czasowy nie może przejść na czysto przestrzenny. Nadto, aby zrozumieć znaczenie owego »stożka świetlnego«, który rozgranicza oba rodzaje wektorów w sposób niezależny od układu odniesienia, należy pamiętać o tem, iż tylko dla wektorów o charakterze przestrzennym mogą zachodzić takie wypadki, iż współrzędna czasowa punktu końcowego takiego wektora może mieć dla jednego układu wartość dodatnią, dla drugiego ujemną, t. zn., iż to, co dla jednego układu jest przeszłością, dla drugiego jest przyszłością. Natomiast inaczej ma się sprawa z wektorami o charakterze czasowym. Tutaj jeśli współrzędna czasu takiego wektora ma w jakimś układzie wartość dodatnią, to zachowuje ją w każdym układzie. Podobnie wartość ujemna pozostaje ujemną dla każdego układu. Dzięki temu stożek świetlny, rozdzielając wektory przestrzenne od czasowych, pozwala zarazem na odgraniczenie przeszłości i przyszłości w sposób niezależny od układu odniesienia. Na fig. na stronie 48 załączonej, podającej tylko przekrój dla dwu osi przestrzen-

nej x i czasowej t, górna połowa przekroju stożka (który w całości dla swego rozwinięcia potrzebuje kontinuum czterowymiarowego) obejmuje absolutną przyszłość, dolna przeszłość dla zdarzenia punktowego, reprezentowanego przez początek układu Natomiast obszary boczne, odgraniczone od absolutnej przeszłości i przyszłości pobocznicy stożka obejmują punkty kontinuum czterowymiarowego, które tylko dla niektórych układów mogą należeć do przeszłości lub przyszłości, a które drogą transformacji mogą być zawsze do równoczesności ze zjawiskiem O w początku układu doprowadzone. Otóż



zdarzenia punktowe tego obszaru pośredniego nigdy nie mogą stać w związku przyczynowym ze zdarzeniem punktowem, reprezentowanem przez punkt zerowy wierzchołka. Tylko przyjęcie prędkości większej od prędkości światła doprowadzałoby do rezultatu, iż skutek mógłby w pewnym układzie zaistnieć przed przyczyną. Związek przyczynowy zachodzić może tylko między O a punktami, wypełniającemi wnętrze stożka lub leżącemi na jego pobocznicy. Konstrukcja stożka uwidocznia, iż tylko część przyszłości może być przyczynowo związana z danem zjawiskiem O, podobnie jak tylko część przeszłości przyczynowo na nią wpływała. Jak widzimy, konstrukcja tego stożka pozostaje w ścisłym związku ze skończoną prędkością światła. Gdybyśmy przyjęli tę prędkość równą nieskończoności, powierzchnie obu połów

pobocznicy tego stożka padłyby na siebie, i otrzymalibyśmy jako rozgraniczenie przeszłości od przyszłości jednę płaszczyznę. Byłby to przekrój rzeczywistości po przez teraźniejszość pewnego zdarzenia punktowego, odpowiadający absolutnej teorji czasu, która nie przyjmowała żadnych ograniczeń co do możliwości związku przyczynowego między dwoma jakiemikolwiek zdarzeniami punktowemi wszechświata. Teorja względności natomiast wprowadza tę tylko nowość, iż okazuje, że nie każde zdarzenie punktowe, należące w pewnym układzie do przyszłości ze względu na pewne zjawisko początkowe, przyjęte jako punkt zerowy układu, może być z nim związane przyczynowo. Przy takiem postawieniu sprawy relatywizacja współczesności w niczem nie psuje nam pojęcia związku przyczynowego, a tylko rzuca nowe światło na pewną stronę rzeczywistości, którą dawniej przeoczano.

Aby rzecz przedstawić na przykładzie, pomyślmy sobie pewne zdarzenie na słońcu w pewnym momencie czasu. Wiadomo, iż promień światła dla przebycia drogi od słońca do ziemi potrzebuje ośm minut czasu. Otóż wedle nowej teorji żadne zdarzenie na ziemi, zaszłe przed upływem owych ośmiu minut, nie może być skutkiem zdarzenia na słońcu, które zaszło w rozpatrywanym momencie. Wszystkie zdarzenia na ziemi, zaszłe przed upływem tych ośmiu minut, należą właśnie do tych, których tyczy się relatywizacja czasu; one tylko mogą z odnośnem zjawiskiem na słońcu być zamienione na współczesne przy zmianie układu odniesienia, t. zn. mogą być widziane razem przez dostatecznie szybko względem układu ziemia-słońce poruszającego się obserwatora. One też tylko mogą być widziane czasem w porządku odwrotnym. Podobnie dwa zdarzenia na ziemi, które dokonują się w różnych miejscach ziemi, mogą tylko wtedy być widziane przez pewnego obserwatora równocześnie, jeśli odstęp czasowy między niemi dla obserwatora na ziemi spoczywającego będzie mniejszy lub najwyżej równy czasowi, jakiego potrzebuje światło na przebycie tej drogi. Jeśli np. odległość dwu miejsc wynosi 1000 km, to odstęp czasowy dwu zdarzeń w tej odległości się dokonujących dla obserwatora ziemskiego może wynosić najwyżej $^1/_{300}$

sekundy, aby jakiś obserwator ruchomy względem ziemi mógł je widzieć równocześnie. Obserwator musiałby wtedy już poruszać się z prędkością światła. Gdyby dla obserwatora ziemskiego odstęp czasowy tych zjawisk wynosił $^1/_{600}$ sekundy, wtedy obserwator, poruszajacy się z połową prędkości światła, albo inaczej mówiąc, względem którego ziemia poruszałaby się z taką prędkością, widziałby je równocześnie, podczas gdy obserwator, poruszający się z prędkością światła, widziałby je już w porządku odwrotnym

Należy tedy dla każdego punktu teraźniejszości odróżnić w przeszłości tę przeszłość, która jest nią tylko dla pewnego układu, od tej przeszłości, która posiada charakter inwarjacyjny i do której należą zdarzenia, związane przyczynowo z danem w teraźniejszości. Podobne odróżnienie należy uczynić także dla przyszłości. W obu wypadkach możemy tę różnicę oddać przy pomocy terminów biernej oraz czynnej przeszłości, względnie przyszłości.

Powyższe rozważania, które początkowo opierały się na założeniach specjalnej teorji względności, można jednak przenieść i na ogólną. Hilbert w cytowanej pracy rozważał ze stanowiska matematycznego, jakie warunki muszą być spełnione, jeśli zasada przyczynowości ma być zachowana w rozpatrywaniu zależności procesów fizycznych ze stanowiska ogólnej teorji względności. Warunki te dotyczą wartości, jakie mogą przybierać składowe potencjału grawitacyjnego względnie tensora metrycznego[1]. Wskazują one na to, iż jeśli zasada przyczynowości ma być zachowana, różnica między przestrzennością a czasowością wogóle *nie śmie być zupełnie zatarta*, pomimo, iż *w aksjomacie ogólnej inwarjacji* ta różnica *nie znajduje swego uwzględnienia*. Nie mamy jednak żadnych gwarancyj co do tego, czy dalszy rozwój badań fizykalnych

[1] Wyglądają one tak: Prócz ogólnego warunku, domagającego się, aby wyznacznik z tych składowych utworzony $g < 0$, muszą się dołączyć jeszcze następujące cztery warunki

$$g_{11} > 0, \quad \begin{vmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{vmatrix} > 0, \quad \begin{vmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{13} \\ g_{21} & g_{22} & g_{23} \\ g_{31} & g_{32} & g_{33} \end{vmatrix} > 0, \quad g_{44} < 0.$$

nie zmusi nas do dalszej modyfikacji *pojęcia przyczynowości*.

Jesteśmy jednak przekonani, że i w przyszłości ilekroć okaże się potrzeba wprowadzenia nowych zasad konstytutywnych w nauce, to sposób przejścia do nich będzie się dokonywał w myśl zasady stopniowego modyfikowania.

§ 7. Rozpatrzmy teraz, jakie konsekwencje płyną z tego faktu, iż zasady konstytutywne przyrodoznawstwa mogą być niezgodne z oczywistością a symbole w skład ich wchodzące mogą być pozbawione poniekąd sensu intuicyjnego. Czy może być nadal prawdziwem w całej pełni twierdzenie, często powtarzane, iż tłumaczenie zjawisk winno polegać zawsze na sprowadzaniu rzeczy *nieznanych do znanych*? Jakie znaczenie może mieć na przyszłość przeciwstawianie świata zmysłowego niezmysłowemu?

Weźmy pod uwagę naprzód pierwsze z tych pytań. Niewątpliwie ilekroć w skomplikowanym i na pierwszy rzut oka zagadkowym procesie uda się nam rozpoznać działanie czynników prostszych, dobrze nam już znanych z doświadczeń poprzednich, wszędzie tam tłumaczenie będzie sprowadzeniem rzeczy nieznanych do znanych. I tak zyskujemy poznawczo wiele, jeśli uda się nam rozpoznać w budowie naszych kończyn, ramion i nóg podobieństwo do systemu dźwigni, jeśli absorbcję cieczy przez ściany jelit rozpoznamy jako wypadek ciśnienia osmotycznego, jeśli w procesie trawienia odnajdziemy podobieństwo do procesów chemicznych, jakie wytwarzamy w naszych laboratorjach, a ciepło organizmu »calor innatus« potrafimy rozpoznać jako to właśnie, które ma swe źródło w procesach chemicznych i t. d. Czasem jednak owe czynniki najprostsze, do których udaje się nam sprowadzić całą mnogość procesów skomplikowanych, nie są czemś dobrze nam znanem z doświadczeń codziennych, co zresztą jest zupełnie naturalnem, jeśli zważymy, że życie nasze obraca się w dość ograniczonym zakresie doświadczeń.

W obrębie mikroskosmosu mogą zachodzić całkiem proste i dość pospolite sprawy, z któremi wogóle możemy być nie obeznani. Podobnie i makrokosmos, którego drobną cząstką zaledwie jest nasz dostrzegalny świat zmysłowy,

może podlegać prawom bardzo prostym, których jednak możemy nie być w stanie z niczem nam znanem porównać, gdyż prawa i porządek, z którym jesteśmy od dzieciństwa obeznani, jest tylko granicznym wypadkiem, ważnym tylko dla małego zakątka świata, porządku i praw ogólniejszych. Zasada, iż tłumaczenie winno polegać na sprowadzeniu rzeczy nieznanych do znanych nie będzie wówczas prawdziwą i nie powinno nas to wcale dziwić. Wyobraźmy sobie na chwilę, że człowiek jest jakąś holoturją do dna morza przyrosłą. Jakże szczupłym będzie wówczas zakres rzeczy jemu dobrze znanych, do których zechce wszystko inne upodobniać, i jakże opaczny obraz świata może się wówczas w jego umyśle rozwinąć! A któż nam zaręczy, czy niema we wszechświecie procesów i zjawisk, wobec których człowiek, mieszkający na powierzchni ziemi, zachowuje się tak, jak właśnie owa holoturja do dna morza przyrosła?

Nie może tedy i nie powinno nas dziwić, jeśli nowe teorje sprowadzają zjawiska nam znane wprawdzie do praw bardzo ogólnych i stosunkowo prostych, ale jednak wyglądających cokolwiek zagadkowo. Jeśli teorja kwantów odkrywa nam w procesie promieniowania to dziwne zjawisko, iż przyroda przy emisji promieni, a może nawet i absorbcji, szafuje zawsze tylko ściśle określonemi ilościami energji, wydać się nam to musi dziwnie kapryśnem i zagadkowem, z czem analogji nigdy dotąd nie spotykaliśmy, chyba u handlarza piwa, który nie chce inaczej piwa sprzedawać, jak tylko w pewnych określonych porcjach. Podobnie jeśli się dowiadujemy, że masa ciała, ta rzecz tak dobrze nam znana z codziennych doświadczeń, dotykalna, widzialna, dająca się zważyć, okazuje się nagle czemś wielce zagadkowem; dowiadujemy się o niej, iż wskutek ruchu może ulegać zmianie, a nawet, że w miarę jak prędkość ciała będzie się zbliżać do prędkości światła, będzie ona wzrastać do nieskończoności; zasada zachowania masy staje się tylko specjalnym wypadkiem zasady zachowania energji. Masa, jako pewna tylko forma energji »skłębionej« w pewnem miejscu, staje się naprawdę czemś nieuchwytnem i dziwnie zagadkowem. Wreszcie, jeśli ogólna teorja względności mówi nam, że otaczająca nas przestrzeń fizyczna tak dobrze nam

znana jest tylko częścią składową jakiegoś kontinuum o własnościach wręcz sprzecznych z intuicją, czyż nie mamy tu znowu sprowadzenia rzeczy, znanej nam tak dobrze, jak mało co innego, do czegoś w najwyższym stopniu zagadkowego i zadziwiającego? Zagadkowość ta co prawda jest rzeczą względną, bo nie był wolny od pewnej strony zagadkowej i dawny pogląd na świat fizyczny, zarówno gdy przyjmował nieskończoność świata, jako też gdy przyjmował jego zamkniętość zapomocą ściany z próżnią absolutną graniczącej. Kto tamte dwie możliwości uznał za jednako niezrozumiałe, dozna raczej dziwnego ukojenia na myśl, iż świat może być skończony, chociaż nie w ten sposób, aby był zamknięty jakąś ograniczającą powierzchnią, i na myśl o tem, że ta koncepcja ma widoki sprawdzalności, jeśli nie wprost, to bodaj na drodze pośredniej.

Także i stosunek pojęć takich, jak świat zmysłowy i niezmysłowy nabiera nowego oświetlenia. Mówiąc o świecie zmysłowym, miało się na myśli albo świat fizyczny, albo świat, którego bardzo poważną częścią był świat fizyczny, przeciwstawiając mu świat niezmysłowy lub nadzmysłowy idej platońskich, albo świat istot wyłącznie duchowych, albo wreszcie rzeczywistość samą w sobie, jako coś zupełnie niepoznawalnego ani na drodze wyobrażeń, ani na drodze myślenia pojęciowego, dyskursywnego. Wspólne tym wszystkim znaczeniom było zawsze przynajmniej to, iż świat niezmysłowy zmysłami poznać się nie daje, chociaż za poznawalny czasem uchodził. Jeśli ograniczymy się więc tylko do tego momentu, to śmiało powiedzieć możemy, iż świat współczesnego przyrodoznawstwa jest światem niezmysłowym. Świat, który się w całości rządzi prawami geometrji nieeuklidesowej, tak niezgodnej z jedynie intuicji dostępną geometrję euklidesową, świat, w którym namacalna masa ciał schodzi do rzędu pewnej formy, dającej się wprawdzie wymierzyć, ale pozatem nieuchwytnej co do swej »istoty« energji (nieuchwytnej o tyle, iż nie można, nie chcąc popełniać błędnego koła, sprowadzać tego pojęcia do masy i prędkości, jak się czyniło dotąd np. we wzorze na energję kinetyczną $\frac{mv^2}{2}$, skoro ta masa sama jest od

energji zależną), świat taki słusznie może nosić miano świata niezmysłowego. Ale w takim razie stosunek jego do świata zmysłowego jest teraz zupełnie inny, niż go sobie dotąd przedstawialiśmy. Jest on częścią składową niezmysłowej całości, nie zaś czemś bezwzględnie od niej oddzielonem, jak się dotąd przyjmowało, albo tylko odwrotną stroną sprawy niezmysłowej. Wprawdzie i teraz nie musi się odrzucać pierwotnego znaczenia niezmysłowości, i teraz można przypuszczać, że sprawom poznawalnym towarzyszą sprawy niepoznawalne, ale nową jest myśl, że świat niezmysłowy, leżąc na przedłużeniu linji faktów, wchodzi jednak w sferę naukowej poznawalności, mimo iż brak mu zmysłowego wyglądu. Kto dawniej przyjmował dynamiczny pogląd na materję, a nadto uznawał świat za nieskończony w przestrzeni, ten także zyskiwał poniekąd całość niezmysłową, ale jednak nie w tym stopniu co obecnie. Dynamiczny pogląd na materję łączył się zawsze z przedstawieniem absolutnej przestrzeni (konieczność wprowadzenia jej jako »sinnliche Idee« przyjmował i Kant w »Metaphysische Anfangsgründe«, chociaż nie przypisywał tej »absolutnej przestrzeni« realności transcendentalnej), a jeśli całość nieskończona nie dała się ująć zmysłowo, to tylko wskutek swojego ogromu. Tymczasem tutaj świat mimo swej skończoności nie może w oczach naszych uzyskać zmysłowego wyglądu, staje się on dla zwykłego rozumienia przestrzenności czemś nieprzestrzennem, a jego energji, składowych różnych wielkości tensorowych nie możemy sobie rozlokowywać na podłożu absolutnej przestrzeni tak, jak to miało miejsce w dawnym dynamicznym poglądzie na materję. Dlatego, jeśli Weyl mówi o możliwości odnowienia dynamicznego na świat poglądu, należy tu mieć na myśli raczej coś zbliżonego do energetyzmu, chociaż znowu nie dosłownie w tym sensie, jaki temu wyrazowi nadał Ostwald, pojmujący i samą przestrzenność jako objaw energetyczny we formie energji bądź to odległościowej, bądź powierzchniowej i objętościowej. Ale te szczegóły przenoszą nas już do kwestji przedmiotu przyrodoznawstwa o ile on jest określony przez zbiór aksjomatów fizyki, której to kwestji poświęcamy rozdział następny.

Obecnie zaś reasumując wywody obecnego nieco przydługiego rozdziału powiemy: Aksjomatyzacja przyrodoznawstwa możliwa jest dzięki temu, iż przyporządkowujemy odpowiednio dobrane symbole słowne bądź matematyczne pewnym cechom zjawisk, stale się w nich powtarzającym, usiłując uzyskać przytem zupełną jednoznaczność przy pomocy jak najmniejszej ilości tych symbolów. Fakt, iż tym symbolom muszą być przyporządkowane elementy świata realnego, nie uwalnia jednak aksjomatów fizykalnych, nawet po nadaniu im pełnego sensu realnego, od tego objawu, z jakim się już spotkaliśmy w aksjomatach geometrji, mianowicie, iż mogą one mieć charakter zasad nieoczywistych, i prowadzących do konsekwencyj z intuicją niezgodnych. Przyczyna tego leży w samym rozwoju fizyki i rozmiarach jakie on obecnie przybrał. Punktem wyjścia zaś dla rozważań epistemologicznych nad podstawami nauki nie mogą być tylko gotowe intuicje naszego umysłu ale przedewszystkiem stan wiedzy współczesnej. W zasadzie to samo czynił i Kant, starając się bowiem dać odpowiedź na pytanie, jak możliwą jest nauka, brał za punkt wyjścia fizykę newtońską, błąd zaś jego polegał tylko na tem, iż fizykę tę uważał za zdobycz trwałą umysłu ludzkiego.

Przeprowadziliśmy porównanie zadań aksjomatyki współczesnej z badaniem podstaw przyrodoznawstwa matematycznego u Kanta, gdyż mimo różnic w konsekwencjach praca kantowska posiada najwięcej punktów stycznych z pracą nad aksjomatyzacją fizyki współczesnej. Następnie staraliśmy się wykazać, jaka wadliwość w argumentacji kantowskiej spowodowała rozbieżność w poglądach Kanta, a fizyki współczesnej. Zwróciliśmy uwagę na ewolucję i przeobrażenie, jakiego doznała teorja poznania Kanta u przedstawicieli szkoły marburskiej (Natorp, Cassirer), i doszliśmy do przekonania, iż zupełne uwolnienie filozofji transcendentalnej Kanta od zarzutów, jakie jej stawiamy, musi doprowadzić do wyniku, iż metoda transcendentalna jest identyczna z metodą aksjomatyczną. Wszak transcendentalnem nazywa Kant wszelkie poznanie, które zajmuje się nie tyle przedmiotami, co raczej sposobem poznania przedmiotów, o ile on jest możliwy a priori. Jasnem jest na podstawie tego określenia, iż wszelka zmiana pojęcia

»a priori«, musi zmienić sens metody transcendentalnej. Odrzućmy więc znaczenie apriori = konstytutywny i zarazem intuicyjny a zachowajmy tylko to pierwsze, t. z. apriori=konstytutywny, a otrzymamy sens tej metody zgodny z duchem metody aksjomatycznej. Co więcej, dopiero w świetle metody aksjomatycznej można ustalić w sposób zupełnie zadowalający pewne terminy filozofji Kanta, które dotąd zakrawały na rodzaj mistyki, np. termin »czysty«, pokrewny co do swego znaczenia terminowi »a priori«. »Nazywam — mówi Kant — czystem wszelkie przedstawienie, w którem nie trafiamy na nic takiego, coby było wrażeniem«. O ile odstęp przestrzenny lub tempo czasowe pewnego zjawiska jest czemś danem zmysłowo lub nie, o tem mogą rozstrzygać tylko bardzo żmudne i mozolne badania z zakresu psychologji poznania. Teorja wiedzy, badająca logiczne podstawy nauk, nie powinna rezultatów tych badań zgóry przesądzać. Metoda zaś aksjomatyczna może uwolnić użycie tego terminu od wszelkiej problematyczności. Czystem dla niej można nazwać przedstawienie definjowane przez aksjomaty, nie zaś w sposób zwykły przez odwoływanie się do cech, zaczerpniętych z opisu przedmiotów zmysłowych. Ponieważ każde pojęcie można w ten sposób definjować, przeto różnica jest względną, zależy od metody rozpatrywania przedmiotu.

Następnie staraliśmy się dać odpowiedź na sprawę genezy wiedzy intuicyjnie pewnej, »niezależnej od doświadczenia«, korzystając przytem z poglądów Russella, szkoły fenomenologów, a nawet sięgając do tradycji empiryzmu Arystotelesa. Uwydatniliśmy potrzebę przyjęcia postulatu stopniowego modyfikowania zasad oczywistych. Wkońcu zajęliśmy się szczegółowo pewną modyfikacją zasady przyczynowości, konieczną dla niej, o ile ona ma być wogóle zachowana.

Że głównie zwróciliśmy uwagę na teorję poznania Kanta, wynika stąd, że przedewszystkiem ze strony zwolenników jego filozofji może wychodzić i wychodzi częściowo opozycja przeciw aksjomatyzacji fizyki w duchu badań współczesnych. O ile taka opozycja mogłaby wyjść ze strony innych filozofów, może ona być wynikiem tylko pewnych przesądów metafizycznych, na które nie mamy potrzeby zwracać uwagi.

W zakończeniu poruszymy jeszcze jeden zarzut, który ewentualnie mógłby nas tutaj spotkać ze względu na sposób, w jaki traktujemy zasady konstytutywne wiedzy w stosunku do zasad intuicyjnych. Czyż nie jest widoczne, powie ktoś, iż to, co nazywamy aksjomatem, o ile nie odpowiada naszej intuicji, jest raczej tylko pewną hipotezą, albo tylko konwencją, a nawet fikcją, którą się do nauki wprowadza dlatego, iż nauce z taką zasadą jest wygodnie. Przyjąwszy, iż mamy tutaj do czynienia tylko ze systemem fikcji, lub tylko dobrowolną umową, nie będziemy mieli potrzeby naruszać intuicyjnych podstaw wiedzy. Uwaga ta nie trafia nam do przekonania. Przyznajemy, iż termin aksjomat w znaczeniu, jakie mu metoda aksjomatyczna nadaje, może kogoś słusznie razić, ale wyraz »dobrowolna umowa lub fikcja« jest jeszcze mniej odpowiedni. Właściwszy może tutaj byłby termin postulat, używany też często w znaczeniu naszych aksjomatów, mówi się bowiem zamiast o definicji przez aksjomaty, o definicji przez postulaty. Wyrazy »konwencja« (Poincaré), »fikcja« (Vaihinger) nasuwają myśl o jakiemś fantazjowaniu w nauce[1]. Nic zaś bardziej niewłaściwego. Potrzeby nauki mają tutaj głębokie ugruntowanie we faktycznym materjale, i nie zasługują na posponowanie wobec potrzeb intuicyjnych umysłu. Potrzeby nauk opierają się na znacznie szerszym terenie doświadczeń, niż ten, na jakim się utrwaliły nasze intuicje. Nauka zaś jako taka jest sama również wytworem potrzeb intuicyjnie wyczuwanych naszego umysłu. Stanowisko konwencjonalizmu, lub filozofji, »jak gdyby« może co najwyżej zadowolić jako pewne prowizorjum, ale na dłuższą metę w nauce utrzymać się nie da.

Podobnie wydawca dzieł Kopernika, chcąc życzliwie usposobić opinję dla przyjęcia jego dzieła, wypisał w przedmowie, bez wiedzy i upoważnienia autora, zasadę: »non necesse est hypotheses esse veras, ne verosimiles quidem,

[1] Zobacz trafną uwagę na ten temat: Heinrich: Teorje i wyniki badań psychologicznych. Przedmowa V.

sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant«. Zasady nauk przyrodniczych nie mogą mieć co prawda pretensji do niewzruszoności granitowych podstaw, ale też nie czynią wrażenia czegoś, coby było wynikiem tylko dobrowolnej umowy prywatnej między uczonymi, która równie dobrze mogłaby wypaść wręcz inaczej. Byłoby niezrozumiałem, dlaczego fakty miałyby się stosować do umów, jeśliby w rzeczywistości wszystko miało przebiegać niezgodnie z niemi. Do sprawy tej zresztą wrócimy jeszcze w rozdziale następnym.

ROZDZIAŁ IV.

Metoda aksjomatyczna a rzeczywistość.

W rozdziale poprzednim rozpatrywaliśmy znaczenie metody aksjomatycznej ze stanowiska epistomologicznego, badając stosunek aksjomatów fizyki do intuicyjnych podstaw wiedzy ludzkiej. Ale analiza podstaw i warunków wiedzy ludzkiej, przeprowadzana czyto ze stanowiska psychologicznego lub biologicznego, czy też wyłącznie ze stanowiska logicznego, nie jest jedynem zadaniem filozofji, ani też nie jest celem sama dla siebie. Filozofja dążyła zawsze nadto i dąży do pewnego poglądu na wszechświat[1]. Dlatego też uważamy za stosowne zwrócić uwagę na to, jaki nowy punkt widzenia wnosi metoda aksjomatyczna do owej syntetycznej pracy filozofji. Przejdziemy tedy do sprawy przedmiotu przyrodoznawstwa, o ile on jest określony przez zbiór aksjomatów. Nazywamy go przyrodą o tyle, o ile istnieje pewien materjał danych empirycznych, uzyskany bądźto drogą bezpośredniej obserwacji, bądźto drogą rachunku na pomiarach opartego, który się do tego zbioru aksjomatów stosuje. Sam problem stosowalności zbioru aksjomatów do danych doświadczenia nie może dla nas istnieć w tej formie, w jakiej istniał dla Kanta, gdyż te aksjomaty umyślnie zostały tak dobrane, aby się realność empiryczna do nich stosowała. Natomiast z faktu tego, iż niektóre z tych aksjomatów są z intuicją niezgodne, wolno nam wysnuć pewne wnioski podobne do takich, jakie Kant wysuwał ze swojego

[1] Zob. Heinrich. Filozofja i jej zadanie. Kwartalnik filozoficzny, Rok I, zesz. 1, Str. 17—18.

punktu widzenia. Wiadomo, iż Kant z faktu, iż formy zjawisk są zarazem czemś, co umysł nasz za konieczne i powszechne uznawać musi, i co zarazem nosi dla niego znamię oczywistości, wysnuł wniosek, iż formy te mają źródło subjektywne, i dlatego wszechświat cały, o ile go w tych formach rozpatrywać musimy, jest tylko zjawiskiem i niczem więcej. Istnienie rzeczy samej w sobie, jest dlań założeniem, którego w żaden sposób udowodnić nie potrafi, jakkolwiek bez niego obejść się nie może. My natomiast jesteśmy w położeniu o wiele korzystniejszem. Ponieważ u nas formy przestrzenno-czasowe zjawisk, odpowiadające tym, na których Kant swój wniosek opierał, mają właśnie charakter z oczywistością niezgodny i wręcz dla umysłu zagadkowy, a w miejscu czegoś dla umysłu koniecznego, wydają się raczej przeciwnie czemś przypadkowem, przeto nietylko nie mamy potrzeby uważać umysłu za współtwórcę przyrody, ale raczej narzuca się myśl, że owa rzeczywistość, z którą mamy do czynienia jest czemś obcem i niezależnem od nas nietylko co do swego istnienia ale i co do swego charakteru, o ile się on w pewnych formalnych schematach przejawia. Nie znaczy to, abyśmy kontinuum przestrzenno-czasowemu ogólnej teorji względności przypisywali realność absolutną, podobnie jak i quasi-sferycznej postaci świata, bo geometryczną interpretację zyskują odnośne wzory matematyczne, przez możność przyporządkowania im szczegółów empirycznych, rezultatów pewnych pomiarów, niezależnie zaś od nich na miano geometrji one jeszcze nie koniecznie zasługują. Odrzucając jednak apriorjum w znaczeniu kantowskiem, nie mamy potrzeby odrzucać także pewnych jego fenomenologicznych konsekwencyj, o ile można do nich dojść niezależnie od tej drogi, po jakiej szedł Kant. Do konsekwencyj fenomenologicznych dochodzili już przed Kantem na innej drodze Berkeley i Hume, a obecnie dochodzi do nich fizyka sama niezależnie od rozważań filozoficznych. Fenomenolizm tej ostatniej sprowadza się do twierdzenia, iż żadnej z cech przedmiotów materjalnych, nie wyłączając takich jak postać i masa ciała, nie możemy przypisać istnienia w oderwaniu od warunków, w których odnośny przedmiot te cechy ujawnia. Tylko niektóre z tych cech można

ująć we formę matematyczną tak ogólną, iż ta już zmianie ulegać nie będzie. Z chwilą jednak gdy ową formę traktujemy niezależnie od owych aspektów przyrody, jakie jej można przyporządkować, mamy zupełną swobodę w jej interpretacji. Ponieważ tedy owa forma jest tylko wynikiem uzgodnienia wszelkich możliwych aspektów przyrody, a dla natury naszego umysłu wcale konieczną się nie wydaje, lecz przedstawia tylko jedną z możliwych konstrukcyj, do których zmysłowe aspekty przyrody przypadkowo stosują się, możemy ową formę, o ile ona znajduje swój wyraz w zbiorze aksjomatów, uważać za coś, w czem się przejawia charakter realności absolutnej. Mówiąc zaś o realności absolutnej chcemy podkreślić tylko to, co jest wspólnem założeniem wszelkich systemów filozoficznych (z wyjątkiem może solipsyzmu) a nawet wszelkich rozważań epistemologicznych, mianowicie iż realność świata nie wyczerpuje się tylko w przeżyciach i sumie doświadczeń pojedynczych ludzi, lecz, że ogólnie biorąc, badamy wszyscy jeden i ten sam świat[1], i że praca wszystkich genjuszów ludzkości: Kopernika, Galileusza, Newtona zwracała się ku poznaniu jednej wielkiej rzeczywistości, o której, o ile traktujemy ją jako jedną i niezmienną, przynajmniej co do praw swoich mamy zawsze prawo powiedzieć z pewnym sensem, iż jest ona od naszych zmysłów niezależną. Mamy to przekonanie, iż na założenie nasze godzą się przedstawiciele nawet najbardziej przeciwnych obozów filozoficznych, a wzajemne zarzuty polegają tylko na nieporozumieniach. Jeśli Planck podnosi przeciw Machowi twierdzenie, iż zadaniem poznania przyrodniczego jest, nie zupełne przystosowanie naszych myśli do wrażeń, ale wręcz przeciwnie »die vollständige Loslösung des physikalischen Weltbildes von der Individualität des bildenden Geistes« to warto też przypomnieć pewne zdanie Macha, iż teorje fizykalne mogą dochodzić do twierdzeń »które byłyby ważne i dla istot z innemi zmysłami, gdyby one potrafiły przetłumaczyć je na swoje wrażenia zmysłowe«.

Dla tak pojmowanej realności absolutnej, miarodajne są nietylko zasady konstytutywne, ale i prawa szczegółowe,

[1] Heinrich. O metodologji nauk. Przegląd filozoficzny Rok IV, zesz. 3.

bo sposób, w jaki prawa te wynikają z aksjomatów, również nie zależy od ich empirycznej interpretacji. Metoda aksjomatyczna matematyki pokazuje właśnie, jak można zbudować schemat dedukcyjny całej teorji przyrodoznawstwa, nie oglądając się na intuicyjne znaczenie symbolów. Skoro zatem zbiór aksjomatów będziemy traktowali za rodzaj symbolicznej definicji realności absolutnej, wyliczającej symbole cech istotnych, to formalno-logiczny szkielet twierdzeń, z aksjomatów wynikających, możemy uważać za symbole niejako jej cech pochodnych, t. zn. za symbole wszystkiego tego, co wynika z natury realności absolutnej, na jaką wskazują symbole aksjomatów. Musimy tedy i owe różne szczegółowe prawa i owe różne specjalne aspekty natury, traktowane jednak tylko pod względem formalnym, zachodzące dla pojedynczych obserwatorów, uważać za coś, za co także odpowiedzialną jest natura realności absolutnej. Widzimy tedy, iż metoda aksjomatyczna realizuje poniekąd ideał dawnych metafizyków, aby całą rzeczywistość wyprowadzić dedukcyjnie z kilku pewników (czasem tylko jednej najwyższej zasady). Różnica jest tylko ta, iż zasady z których się snuje dedukcje, nie są zgoła jakiemiś prostemi oczywistemi pewnikami, bo z tych trudno byłoby tak niezmiernie bogatą treść rzeczywistości wyprowadzić; są to zasady stosunkowo również proste, ale dla umysłu naszego dość zagadkowo się przedstawiające, a mimo swej prostej natury mieszczące w sobie niezmierne bogactwo różnych możliwości, jak tego zresztą komplikacja zjawisk się domaga. Nadto różnica leży jeszcze i w tem, iż metoda aksjomatyczna otwiera możliwość tylko — że się tak wyrazimy — symbolicznego poznania tej rzeczywistości. »Istota realna« owej rzeczywistości, o ile taką zgodnie z duchem dawnej metafizyki przyjąć chcielibyśmy, pozostaje bowiem dla nas i nadal ukryta. Gdyby zjawiska fizyczne, posiadały jeszcze jakieś inne cechy, prócz uwidocznionych symbolicznie w aksjomatach, ale takie, któreby nie wpływały na metodę badania fizyków i nie powodowały potrzeby zmiany czegoś w tych aksjomatach, przyjęcie ich musiałoby być dla fizyków zupełnie obojętne, chociażbyśmy skądinąd mieli zupełną pewność, iż one istnieją.

Poznanie przyrodnicze nie wyklucza jednak przypuszczenia, że przedmioty doświadczenia zmysłowego, prócz własności dostępnych pomiarom i dających się poznać przy pomocy tych wszystkich fortelów, jakie przyrodnicze metody badania rozwinęły, mogą posiadać jeszcze jakieś inne własności niedostępne pomiarom i niedające się w żaden sposób stwierdzić doświadczeniem. Nie wyklucza też poznanie przyrodnicze możliwości, aby poza światem przedmiotów zmysłowych istniał zupełnie odrębny świat inny, biegnący jednak równoległe do zmysłowego, i stosujący się do jego stosunków tak, iż aksjomaty przyrodoznawstwa odbijałyby w sobie, w swoich »schematach beztreściowych« coś z porządku owego świata. Dla celów przyrodoznawstwa przypuszczenie takie jest zupełnie obojętne. Nie jest ono jednak obojętne dla umysłów skłonnych do spekulacyj metafizycznych. Wiadomo bowiem, że metafizyka wszystkich czasów, usiłując poznać istotę bytu, zwykle traktowała oglądaną zmysłami rzeczywistość tylko jako środek wiodący do poznania tego, co właśnie dla naszych zmysłów jest nazawsze ukryte, przeciwstawiając złudnym pozorom istotę rzeczy, zjawiskom rzecz samą w sobie i t. p. kierując się nadto jeszcze innemi zasadami, które wskazują w jaki sposób dany świat ma służyć jako pomost do poznania drugiego, jak np. dewiza Herbarta: »so viel Schein, so viel Hindeutung aufs Sein«.

Jeśli zgodzimy się na to, iż taki świat pozazjawiskowy istnieje, i że istnieje możność jakiegoś przejścia myślowego od świata zmysłowego do owego bliżej nieznanego, czy to drogą odwzorowywania stosunków jednego na stosunki drugiego, czy to drogą jakiekolwiek innego bliżej nie dającego się określić porządku (bo stosunkom dwu różnych przedmiotów zmysłowych nie muszą koniecznie odpowiadać także stosunki dwu odrębnych elementów świata nadzmysłowego, nie jest bowiem wykluczone, iż to, co nazywany stosunkiem dwu różnych elementów jest tylko pewnym stanem jednego ogólniejszego przedmiotu), to musimy przyznać, że metoda aksjomatyczna, zastosowana do przyrodoznawstwa, może być wykorzystana także i dla tego rodzaju pomysłów metafizycznych. Widzieliśmy w rozdziale poprzed-

nim, iż jedną z korzyści, jakie przynosi metoda aksjomatyczna jest ta, iż oszczędza nam ona pracy dla nowej teorji, o ile jej aksjomaty dają się odczytać z kombinacji symbolów, wyrażającej aksjomaty teoryj już istniejących. Wspólna aksjomatyka dwu różnych teoryj naukowych oszczędzi nam pracy dowodzenia twierdzeń drugiej teorji. Pamiętać jednak należy, że ta wspólność aksjomatyki nie oznacza, aby zasady konstytutywne jednej teorji, czytane jako zdania za sensem były identyczne ze zasadami drugiej. Wspólność aksjomatyki oznacza tylko pewną wspólność kombinacji symbolów, te zaś symbole dla każdej interpretacji oznaczają coś innego. Wystarczy tylko pewna wspólność strony czysto »formalno-logicznej«, jak się matematycy wyrażają, aby dwie różne teorje sprowadzić pod. wspólny sposób traktowania. Jeśli założymy, że między światem zmysłowym a nadzmysłowym istnieje jakaś wspólność »schematów beztreściowych«, wspólność owej strony logiczno formalnej, iż pewnym porządkom jednej strony odpowiadają określone porządki drugiej strony – a takie założenie systemy metafizyczne najczęściej czynią — wówczas wszystkie zagadnienia metafizyczne sprowadzają się do pytania, jaką należy podłożyć treść pod formalno-logiczne schematy porządku naturalnego, aby móc z nich odczytać, odcyfrować prawa świata nadzmysłowego. Znaleźć klucz do tej interpretacji, oto był wysiłek wszystkich systemów metafizycznych; każdy z nich chwalił się, że taki klucz odnalazł, każdy upatrywał go w czem innem. Tak np. Schopenhauer twierdził, iż klucz do takiej interpretacji posiada, widząc we wszystkich zjawiskach manifestację woli, a gwarancję trafności swoich pomysłów widział w tem iż jego interpretacja wprowadza zgodność i harmonję w wszystkich szczegółach i przez to sprawdza się niejako sama w sobie »Całość doświadczenia — mówi on[1] — podobna jest do jakiegoś pisma tajemniczego, a filozofja do jego odcyfrowania, trafność zaś jego sprawdzi się przez wszechstronnie występującą zgodność i harmonię. Jeśli tę całość dostatecznie głęboko ujmiemy i doświadczenie wewnętrzne powiążemy z zewnętrznem, to musi się ono samo z siebie dać wyjaśnić i wytłumaczyć... Takie odcyfrowanie świata ... musi swe sprawdzenie czerpać samo z siebie przez zgodność w którą wprowadza tak różnorodne zjawiska świata, a której inaczej nie bylibyśmy w stanie dojrzeć. — Jeśli znajdziemy pismo, którego alfabet jest nam nieznany, próbujemy jego tłumaczenia tak długo, aż wpadniemy na znaczenie liter, które czyni zrozumiałemi słowa i całe okresy. Wtedy jednak trafność odcyfrowania nie ulega żadnej wątpliwości, ponieważ niemożliwem jest, aby ta zgodność i związek, jaki to tłumaczenie wprowadza we wszystkie znaki tego pisma, były czysto przypadkowe i aby przy innej wartości liter, dały się również rozpoznać słowa i okresy w tym związku. W podobny sposób musi się i odcyfrowanie świata samo przez się sprawdzić. Ono musi rozszerzyć równomiernie światło na wszystkie zjawiska świata, wprowadzić harmonję w zjawiska najbardziej różnorodne tak, iżby nawet ze zjawisk kontrastujących sprzeczność została usunięta. To sprawdzenie się samo przez się jest oznaką jego trafności. Każde bowiem fałszywe odcyfrowanie, jeśli nawet będzie dla niektórych zjawisk stosowne, w tem jaskrawszej sprzeczności będzie pozostawało z innemi«.

[1] Über das metaphisische Bedürfnis des Menschen. Welt als Wille und Vorstellung T. II, str. 212 i n.

Nie możemy tu wdawać się w bliższe rozważania nad tego rodzaju pomysłami metafizycznemi, gdyż, jak widzieliśmy, opierają się one aż na dwu założeniach, z których każde może być kwestjonowane, najpierw iż świat nadzmysłowy istnieje, a powtóre, iż zachodzi możność poznania go przy pomocy świata zmysłowego drogą szukania odpowiedników pewnych danych empirycznych. Chodzi nam tylko o podkreślenie tego momentu, iż metoda aksjomatyczna daje możność wypracowania pewnego zamkniętego poglądu na świat bez rozstrzygania tych kwestyj, które były przedmiotem sporu między obrońcami metafizyki a jej przeciwnikami. Jeśli bowiem zachodzi rzeczywiście możność i potrzeba głębszej metafizycznej interpretacji rezultatów wiedzy pozytywnej, to w każdym razie, opierając się o przyrodoznawstwo zaksjomatyzowane, jesteśmy o tyle w korzystnem położeniu, iż jego aksjomaty nie wykluczają zasadniczo rozmaitej interpretacji. Jak znaleźć tę nową interpretację, to

oczywiście jest rzeczą odnośnego systemu metafizycznego, o ile ten chce opierać się na rezultatach nauk szczegółowych.

Możnaby jednak wszystkie systemy metafizyczne podzielić na dwie grupy, na takie w których przedmiot, określony systemem aksjomatów przy nowej jego interpretacji jest zasadniczo odmienny od świata zmysłowego i takie, w których ów nowy przedmiot jest światem zmysłowym dopełnionym jeszcze jakiemiś nowemi własnościami. Pierwsze możnaby nazwać systemami transcendentnemi, drugie immanentnemi[1]. Istnieje też bardzo wiele systemów, mających charakter mięszany, częściowo immanentny częściowo transcendentny. Do grupy systemów immanentnych należy zaliczyć zwykły dualizm metafizyczny, przyjmujący dla wyjaśnienia dwu rodzajów zjawisk dwa rodzaje substancji. Przenosząc bowiem prawa poznane dla zjawisk na ich metafizyczne podłoże, zachowuje realność wszystkich lub części tylko własności zjawiskowych, uważając te ostatnie za atrybuty lub wytwory stosunków między substancjami. Przykładem pierwszej odmiany jest realizm scholastyków, drugiej, przenoszącej tylko część własności zjawiskowych na substancje, atomistyczny pogląd na materję. Do tejsamej grupy systemów immanentnych należy także panpsychizm, systemy przyjmujące jakąś duszę świata n. p. pogląd Fechnera, jedna z faz filozofji Schellinga i t. p.

Do grupy systemów transcendentnych zaliczyć musimy wszystkie te systemy, w których realność absolutna jest pojęta jako zasadniczo odmienna od świata materjalnego. Tu należy monadologja Leibniza, idealizm platoński i inne systemy idealistyczne, także i idealizm kantowski. Dla usunięcia nieporozumień zaznaczyć tu musimy, iż w naszej klasyfikacji chodziło nam głównie o stosunek koncepcyj metafizycznych do świata fizycznego, i z tego punktu widzenia zaliczyć musimy monadologję Leibniza do systemów transcendentnych, gdyż monady, które są odpowiednikiem świata fizycznego nie posiadają żadnych z cech dostrzeganych na przedmiotach fizycznych, w stosunku do tych ostatnich

[1] Ściśle biorąc każda metafizyka wyraża pewną transcendencję. Nasz podział systemów na immanentne i transcendentne wyraża tylko różne stopnie zasadniczej transcendencji.

reprezentują zatem coś zupełnie heterogenicznego. W niektórych z tych systemów i stosunek obu światów staje się czemś zagadkowem i wymaga nieraz przyjęcia osobnej hipotezy metafizycznej. U Platona n. p. jest to stosunek »odzwierciadlania się« jednego świata w drugim. Czasem może zachodzić wątpliwość, do której z owych dwu grup dany system mamy zaliczyć, zależeć to będzie od sposobu jego interpretacji. System Spinozy, o ile zechcemy tłumaczyć go w duchu kantowskim, jak to czyni Erdmann, będzie należał do grupy też transcendentnej, odrzucając zaś to tłumaczenie zaliczymy go do grupy pierwszej. Na wszystkie te szczegóły należy przy stosowaniu metody aksjomatycznej baczną zwracać uwagę.

§ 2. Myśl opracowania naukowego poglądu na świat nie wykluczającego możliwości rozmaitej interpretacji naczelnych pojęć i zasad, poruszyliśmy po raz pierwszy na jednem z posiedzeń Tow. filozoficznego we Lwowie[1], nie mając przy tem na myśli obrony jakiegoś określonego systemu metafizycznego. Nasunęła się nam ta myśl pod wpływem lektury dzieła Couturata »O filozoficznych zasadach matematyki«, oraz pewnych rozważań nad filozofją Kanta. Podobne pomysły znaleźć także można u innych autorów jak Eddington[2] lub Schlick[3]; wyrosły zaś one u nich po części z tego samego źródła, t. zn. rozważań nad metodą aksjomatyczną matematyki, oraz pod wpływem zmian, jaki w pogląd na świat wniosła ogólna teorja względności. Pomysły Schlicka nie są zupełnie z naszemi identyczne; zwraca on tylko uwagę na to, iż dla jego definicji poznania jako jednoznacznego przyporządkowania przedmiotów symbolom matematycznym, obojętne jest, czy owe przedmioty są zjawiskami czy rzeczami samemi w sobie. Bo czemkolwiek jest rzecz oznaczona, zawsze jest ona tylko tem, co jest oznaczone. »Przyjmijmy tedy, iż naszemu poznaniu dostępne są tylko zjawiska, poza któremi stoją nieznane rzeczy w sobie, w takim razie poznajemy te rzeczy razem ze zjawiskami, bo, ponieważ nasze pojęcia są przyporządkowane zjawiskom,

[1] O stosunku metafizyki do nauk, 5 maja 1917.

[2] Eddington: Space, time, gravitation 1921.

[3] Schlick: Allgemeine Erkenntnislehre, 1918.

te zaś przyjęliśmy jako przyporządkowane rzeczom w sobie, zatem nasze pojęcia oznaczają także i te ostatnie, ponieważ znak znaku jest przecież także znakiem rzeczy oznaczonej«.

Z naszego stanowiska musimy powiedzieć, iż jednak poznania rzeczy samych w sobie nie mamy; przyporządkowanie przedmiotów symbolom, wytwarza poznanie, gdy formalno-logiczne schematy beztreściowe symbolów, napełniwszy się treścią odnośnych przedmiotów, dają się czytać jako pełne zdania ze sensem. Otóż w chwili stosowania symbolów do zjawisk mamy odnośną treść do dyspozycji, natomiast brak nam jej, gdy chcemy stosować owe symbole do rzeczy w sobie. Dlatego te ostatnie pozostają zawsze x-ami, których sposób stosowania się do naszych formalnych schematów pozostaje zawsze terenem dowolnych przypuszczeń.

Bardziej interesujące są pomysły Eddingtona [1], który, jak się zdaje, hołduje metafizyce filozofa i matematyka angielskiego Clifforda, jego »mind-stuff theory«, i w jej duchu stara się interpretować aksjomaty teorji względności. Clifford już przed 40 laty antecypował w przeciwny sposób pogląd na materję, który nasuwa teorja względności. Był on przekonany, że materja i ruch materji są tylko pewnemi aspektami krzywizny przestrzeni i niczem więcej; nadto zaś miał przekonanie, iż owe pojęcia geometryczne są tylko częściowemi aspektami tego, co on nazywał elementami czuć, »elements of feeling«. Pod wpływem stanowiska Clifforda rozwija Eddington swoje własne pomysły, zwracając słusznie uwagę na jednostronność przyrodniczego na świat poglądu. Fizyka bada wszystkie zjawiska, o ile są mierzalne, i o ile poddają się traktowaniu matematycznemu. Poza swą formę matematyczną mają one jeszcze swą głębszą treść. Przedmioty, znane nam z doświadczenia przy bliższem poznaniu okazują się kompleksami pewnych elementów najprostszych, które same zdefinjować się nie dadzą; nie są one nawet czemś znanem w swej izolacji, bo to, co jest znane, jest już kompleksem. Budując z owych elementów najprostszych, nieokreślonych pojęcia złożone, wnosimy i do nich coś nie-

[1] Space, time and gravitation, rozdz. XII. On the nature of things.

określonego; od tego, że do niektórych z tych pojęć dochodzi się drogę pomiaru, można również w budowie teorji abstrahować. W ten sposób dochodzimy do szeregu pojęć, określonych co do formy ale nieokreślonych co do treści, i przy ich pomocy tłumaczymy wszystkie fizyczne własności materji. Pomysły te rozwija Eddington w kilku swoich pracach. W dużem dziele »Space, time, gravitation« poświęca im osobny rozdział p. t. »On the nature of things«, pod względem filozoficznym najciekawszy z całej pracy, a nadto wraca do tych spraw w artykułach, publikowanych w czasopiśmie »Mind«. W bardzo pouczający sposób przedstawia Eddington, jak zasadnicze pojęcia nowych teoryj fizykalnych można traktować na początku jako symbole zdefinjowane zrazu w sposób czysto aksjomatyczny, bez przypisywania im tego sensu, jaki na dalszym stopniu wprowadzamy. Podamy tu próbkę jego toku myśli.

Najbardziej elementarnem pojęciem wedle teorji względności jest zdarzenie punktowe »point-event« (w języku niemieckim Punkt-Ereignis). W zwykłym języku określamy je jako pewną chwilę w pewnem miejscu przestrzeni. »Ale to jest tylko jeden z aspektów zdarzenia punktowego, który nie musi być brany jako jego definicja«. Należy tedy zdarzenie-punktowe uważać początkowo za nazwę czegoś, niedającego się określić w zwykłych wyrazach mowy, za coś »czego natura leży poza obrębem rozumu ludzkiego«. Zbiór takich zdarzeń punktowych nazywamy światem. Aby wyrazić, że ten świat jest czterowymiarowy, trzeba wprzód wprowadzić pewien sposób uporządkowania elementów »some ordering relation«. Takim stosunkiem porządkującym zdaje się być interwał. Między każdemi dwoma sąsiadującemi zdarzeniami punktowemi zachodzi pewna relacja zwana interwałem między nimi. Ta nazwa interwał znowu, jak zaznacza autor, nie musi być traktowana jako bliższa wskazówka co do realnej natury tej relacji, lecz jako coś, co znowu leży poza zdolnością naszego pojmowania »beyond our conception«. Jego własności geometryczne mogą przedstawiać tylko jeden aspekt tej relacji. Ona może jednak posiadać jeszcze inne aspekty, związane z fizjognomją świata,

które leżą jednak poza sferą interesów fizyki. W podobny sposób postępuje autor dalej. Wzór na element linjowy

$$ds^2 = g_{11}\, dx_1^2 + g_{22}\, dx_2^2 + \ldots$$

wskazuje, w jaki sposób, mając interwał między punktem A i sąsiedniemi a punktem B i sąsiedniemi, możemy obliczyć interwał między punktami A i B. Tu znowu nic nam nie przeszkadza, przyrównawszy zdarzenia punktowe n. p. do osób, traktować interwały jako stopnie znajomości między niemi. Doszedłszy do równań zasadniczych pola grawitacyjnego bez

materji $\qquad G_{\mu\nu} = 0$

i z materją $\qquad G_{\mu\nu} = K_{\mu\nu}$

pozwala sobie znowu autor na odmienny sposób interpretacji, niż to zwykle bywa. Należy te równania traktować jako definicje przestrzeni próżnej i przestrzeni z materją. Nie powinno się materji wprowadzać jako jakiegoś obcego czynnika, który zaburza pole grawitacyjne, lecz to zaburzenie samo należy uważać za materję. »The disturbance is matter«. Same symptomaty pola są więc materją, nie zaś jakaś ukryta ich przyczyna. »Matter is a symptom and not a cause«.

W powyższej interpretacji autora przezierają tendencje metafizyczne, które jeszcze silniej uwydatniają się w innym ustępie, dotyczącym procesów fizjologicznych. Nasze mózgi są również częściami materji, z niemi jednak wiąże się funkcjonalne nasze myślenie. Ta materja — mówi autor — wyznaczona jest przez współczynniki $g_{\mu\nu}$, które wprowadza teorja względności. Odwołanie się do nich nie wyjaśnia wprawdzie niczego. Ale należy pamiętać, że interwał uznaliśmy za coś, co do swej natury niezdefinjowanego, a $g_{\mu\nu}$ zawiera też ten niezdefinjowany element, określony co do formy, ale nieokreślony co do treści. Materja mózgu w swoim fizycznym aspekcie jest wyłącznie formą, lecz rzeczywistość mózgu zawiera pewną treść. Nie możemy zaś oczekiwać, aby forma wyjaśniła działalność treści »the activities of content«.

Powyższa próbka wskazuje, jak aksjomatyczna metoda we fizyce może być wyzyskana dla celów spekulacji metafizycznej. Nie trudno w niej odnaleźć dowolne założenia

autora, jakkolwiek podkreślenie jednostronności przyrodniczego na świat poglądu jest niewątpliwie trafne, choćby dlatego, iż badanie przyrodnicze, posługując się szeregiem terminów ogólnych, jak to słusznie podnosi Bergson, nigdy nie jest wstanie oddać cech przedmiotów swoistych, tych, które stanowią niejako jego indywidualność. Badając stosunki czysto zewnętrzne między przedmiotami, poznanie przyrodnicze wyraża zawsze tylko to, czem dany przedmiot jest względem innych i dla innych, a nie to, czem on jest dla siebie. Myśl zresztą nie nowa, podobnie mówił i Kant: »durch blosse Verhältnisse wird doch nicht eine Sache an sich erkannt«[1].

§ 3. Wskazując na możliwość wyzyskania rezultatów, do jakich doprowadza aksjomatyzacja przyrodoznawstwa dla celów spekulacji metafizycznej, nie przywiązujemy zresztą do tego punktu głębszej wagi wobec tego, iż niema widoków na znalezienie jakiegoś klucza do metafizycznej interpretacji podstawowych pojęć i zasad przyrodoznawstwa. Sam fakt natomiast wielorakiej interpretacji rozmaitych działów teoryj przyrodniczych, sformalizowanych matematycznie, jest fizykom doskonale znany i oddawał już im niejednokrotnie usługi. Niektóre zjawiska, należące do różnych działów fizyki n. p. do hydrodynamiki, do przewodnictwa cieplnego, do nauki o elektryczności, okazują pewne głębsze podobieństwa i analogje, które pozwalają na wspólne matematyczne ich traktowanie, na uzyskanie pewnej teorji o ustalonej nomenklaturze, którą potem można stosować do różnych działów fizyki. W ten sposób powstała cała algebra wektorów, w której poddaje się wspólnemu traktowaniu wszelkie wielkości kierunkowe bez względu na to, czy dany wektor oznacza siłę, czy prędkość, czy przyśpieszenie. Drogą operacyj matematycznych na tych wektorach dochodzi się do pojęć gradjentu, potencjału, dywergencji, rotacji (curl), z których każda może być stosowana bądź do nauki o sprężystości, bądź do nauki o cieczach, bądź do nauki o elektryczności. Dalszą pracą w tym kierunku było wytworzenie rachunku tensorów, pewnych form niezmienniczych uzyska-

[1] Kant, Kritik der reinen Vernunft. Wyd. Reclama, str. 71.

nych z wielkości wektorowych (tensorów rangi pierwszej), mających również zastosowania w różnych działach fizyki. Okazało się, iż szukanie matematycznej formy praw przyrody jest szukaniem pewnych form niezmienniczych, a fizyka matematyczna stała się działem teorji niezmienników (inwarjantów lub kowarjantów).

Otóż to, co fizyka robi w odniesieniu do różnych swoich działów, poddając rozmaitej interpretacji te same symbole matematyczne, zależnie od tego, do których działów fizyki je stosujemy, tosamo usiłuje spekulacja metafizyczna czynić w odniesieniu do całokształtu wiedzy przyrodoznawstwa matematycznego.

§ 4. Jakkolwiek beznadziejnym może się ten wysiłek wydawać, niedorzecznym okazuje się tylko wtedy, gdy się wogóle odrzuci myśl o tem, aby rzeczywistość sama w sobie mogła być czemś więcej, lub czemś innem, niż tem, czem się okazuje dla nas, dla naszych pomiarów i obserwacji. Odrzucenie myśli o takiej rzeczywistości jest, jak wiadomo, cechą charakterystyczną pozytywizmu. Można jednakowoż, stojąc także na gruncie zwykłego realizmu metafizycznego, uważać myśl o takiej interpretacji za niedorzeczną, jeśli przyjmuje się wprawdzie rzeczywistość objektywną, niezależną od świadomości ludzkiej, równocześnie jednak uważa się, iż ta realność objektywna jest tak mało różna od subjektywnej formy zjawisk, iż nasza wiedza przyrodnicza, jakkolwiek opiera się na materjale, danym subjektywnie każdemu z badaczy przyrody, przecież jednak tyczy się świata objektywnego niezależnego od świadomości tychże badaczy. Tutaj zatem przyjmuje się istnienie rzeczywistości samej w sobie, ale odrzuca się przypuszczenie, aby ona mogła być czem zasadniczo odmiennem od tego obrazu rzeczywistości, jakiego nam dostarcza przyrodoznawstwo. Przy takiem stanowisku potrzeba i możliwość jakiejś innej interpretacji praw przyrody, niż ta, którą podaje przyrodoznawstwo, również odpada. Nad tą sprawą musimy się zastanowić głębiej, zwłaszcza, że ogólna teorja względności rzuca na tą sprawę wiele charakterystycznego światła.

Przykładem pierwszego stanowiska jest pozytywizm Macha i Petzolda. Przykładem drugiego filozofja Schlicka,

który przyjmuje, iż przyrodniczy obraz świata, jaki podaje ogólna teorja względności, tyczy się już rzeczywistości niezależnej od naszego umysłu. Podobne do niego stanowisko zajmuje też filozof z Halli, Moritz Geiger[1], który również uważa, iż czas aprioryczny w znaczeniu Kanta i aprioryczna przestrzeń euklidesowa tyczą się świata zjawisk, natomiast czterowymiarowe kontinuum, noszące charakter nieeuklidesowy, o którym mówi teorja względności, tyczy się świata pozazjawiskowego (»transphänomenale Welt«).

Rozważmy najpierw stanowisko Petzolda i tej skrajnej formy pozytywizmu, jaką on reprezentuje. Stanowisko to jest niekonsekwentne, mimo bowiem ustawicznych wycieczek przeciw rzeczy w sobie i rzeczywistości absolutnej, jak się z polemik okazuje, i Petzold przyjmuje istnienie realności niezależnej od umysłu obserwatorów, przyznaje nadto, iż stosunki, jakie między przedmiotami stwierdzamy od organizacji naszego umysłu są niezależne, a chodzi mu tylko o to, iż świata jako całości nie można bliżej jakościowo scharakteryzować. W ostatniej swej polemice ze Schlickiem oświadcza Petzold wyraźnie: »Das Fehlerhafte im Begriff des Dings an sich ist nicht die Voraussetzung der unabhängigen Existenz, sondern der immer wiederholte Versuch der Hinzufügung von Qualitäten, dem ja auch Kant zum Opfer fiel, als er die Sinne durch die Dinge an sich »affiziert« werden liess«[2]. Zdaniem jego, i Macha kompletnie nie rozumie ten, kto przypuszcza, jakoby on twierdził, iż wrażenia są absolutnie istniejącemi składnikami świata, coś na wzór atomów swobodnie w przestrzeni bujających, podczas gdy jemu chodziło tylko o to, iż także wszystkie cechy czasowe i przestrzenne same również należą do owych wrażeń czyli elementów. Stanowisku ogólnej teorji względności podobnie jak i jego własnemu można nadać formę: niema żadnych jakości absolutnych, przyczem należy pamiętać, iż przez jakości należy tu rozumieć nietylko jakości drugorzędne Locke'a, ale także i jego jakości pierwszorzędne, jak

[1] Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie Halle, 1921, str. 35 i nast.

[2] Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus. Wyd. trzecie, 1921, str. 189.

przestrzeń, czas i ruch«. »Nicht aber gehört zu den Qualitäten die Existenz«[1]. O nic jednak więcej nie chodzi, jako właśnie o to niezależne od nas istnienie, aby usprawiedliwić fakt istnienia systemów metafizycznych, chociaż przyznać trzeba, iż zgoda na to istnienie nie wystarcza jeszcze do budowy takich systemów. Czyż nie staje się jednak dla nas rzeczywistość w najwyższym stopniu zagadkową, jeśli ktoś przyznaje, iż istnieje ona niezależnie od pojedynczych doświadczających jej jednostek, a jednak żadnej z cech na niej dostrzeganych nie możemy jej przyznać? Czyż taki stan rzeczy nie pobudza w najwyższym stopniu naszego umysłu do najdziwaczniejszych refleksyj? Jeśli istnieje poważna różnica w szczegółach między stanowiskiem tak rozumianego pozytywizmu a filozofję Kanta, to jednak pod pewnym względem, t. j. gdy chodzi o istnienie świata niezależnie od nas, stoją one przecież na wspólnej platformie.

Natomiast więcej konsekwencji okazuje Petzold w innych szczegółach, gdy zwraca uwagę na to, iż każdy z obserwatorów nosi niejako swój świat ze sobą, że nie należy sobie różnych układów odniesienia przedstawiać jako rozlokowanych w jednej absolutnej trójwymiarowej przestrzeni, gdyż to byłby powrót do stanowiska pierwotnego. Każdy układ odniesienia tworzy zamkniętą całość dla siebie, z każdego można rozpatrywać całość, tak iż są one w stosunku do siebie tem, czem są monady Leibniza, które wzajemnie na siebie nie mogą działać. Te układy odniesienia należy sobie przedstawiać dopiero jako rozlokowane w kontinuum czterowymiarowem; dlatego modele mechaniczne, które popularyzatorowie wymyślają dla uzmysłowienia sobie wzajemnego stosunku układów, nie są w stanie tego uczynić, i raczej tylko psują wszystko[2].

To konsekwentne przestrzeganie stanowiska fenomenalizmu[3] sprawia jednak nową trudność. Skąd bowiem bierze

[1] L. c. Str. 190.

[2] Die Unmöglichkeit mechanischer Modelle zur Veranschaulichung der Relativitätstheorie. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 1919.

[3] »Über den Eingang zur Relativitätstheorie gehören die Worte: μηδεὶς ἀφαινομενόλογος εἰσίτω«. L. c. str. 500.

się ten fakt, iż istnieje ścisła odpowiedniość danych w kilku różnych układach, iż zachodzi możność jednoznacznego przyporządkowania danych jednego układu danym układu drugiego, możność przejścia od jednego do drugiego przy pomocy wzorów transformacyjnych i istnienie inwarjacyjnej formy praw przyrody, ważnej dla wszystkich układów? Czyż nie świadczy to o głębszej jedności świata, niezrozumiałej ze stanowiska fenomenalizmu, który w pojedynczych układach odniesienia chce widzieć absolutnie izolowane jednostki na wzór monad Leibniza? Konsekwentne zachowanie takiego pluralizmu zmuszałoby zarazem do uciekania się do harmonji zgóry ustanowionej.

Trzeba jednak przyznać, iż niezależnie od stanowiska Petzolda zachodzi na gruncie teorji względności wobec relatywizacji cech czasowych i przestrzennych pewna trudność co do tego, jakiem prawem dwaj obserwatorowie, znajdujący się w różnych układach, poruszających się względem siebie, mogą mówić o tem, iż widzą ten sam przedmiot skoro każdy widzi go inaczej i nawet w różnych czasach. Wszak tożsamość cech czasowych i przestrzennych zdaje się być niezbędnym warunkiem tożsamości przedmiotu. Trudność tę rozwiązujemy w sposób następujący. Nie wolno przeoczać faktycznego stanu rzeczy, który wskazuje, iż zachodzi ścisła odpowiedniość danych empirycznych dwu różnych układów, możność jednoznacznego wzajemnego przyporządkowania ich sobie, oraz możność obliczenia zgóry na podstawie wzorów transformacyjnych przy znanej wzajemnej prędkości układów, o ile wielkości wzajemnie sobie przyporządkowywane mają się od siebie różnić. Co więcej, na podstawie tychże wzorów można zgóry przewidzieć i obliczyć, w jakich warunkach odpowiadające sobie dane dwu różnych układów muszą być identyczne. Nie należy też przeoczać i tej okoliczności, iż w praktyce trudność w rozpoznaniu przedmiotu z powodu różności cech czasowych i przestrzennych nie zachodzi prawie nigdy, gdyż wobec tego, iż prędkości, jakie znamy, w stosunku do prędkości światła są znikająco małe, różnice owe w warunkach ziemskich są albo niedostrzegalne, albo dałyby się wykryć dopiero przy pomocy bardzo subtelnych pomiarów. Tam zaś,

gdzie owe różnice musiałyby występować dostatecznie duże, tam okoliczność, iż różnice te muszą odpowiadać wzorom transformacyjnym, taksamo ułatwiałaby poznanie tożsamości przedmiotu, jak przy pierwotnem stanowisku zgodność cech czasowo-przestrzennych. A więc n. p. jeśli staniemy na stanowisku, iż przestrzeń wszechświata jest riemannowska, i że wobec tego ten sam utwór niebieski czy to mgławica, czy to — aby uprościć sprawę — pojedyncza gwiazda musiałaby być widzialna z dwu przeciwnych stron ziemi, wówczas różnica jej wielkości w tych dwu stanowiskach, o ile odpowiadałaby dokładnie tej, jaka powinna wyniknąć z obliczonych wymiarów świata, ułatwiłaby nam właśnie rozpoznanie jej jako tej samej. Praktycznie rzecz biorąc, dla jednej gwiazdy takie stwierdzenie tożsamości nie dałoby się tak łatwo przeprowadzić, należałoby brać pod uwagę jej stosunek do innych, słowem cała różnica w wyglądzie nieba na dwu przeciwnych półkulach musiałaby się dać teoretycznie z wymiarów świata usprawiedliwić.

Ze stanowiska pozytywizmu uznawanie cech odpowiadających sobie dwu różnych układów za pochodzących od tego samego przedmiotu jest tylko konwencjonalnym sposobem wyrażania się, podczas gdy przy założeniu głębszej jedności wszechświata jest ono czemś więcej niż tylko prostą konwencją. Podobnie, upierając się przy względności wszelkiego poznania, nie przypisuje autor żadnego głębszego znaczenia ogólnie inwarjacyjnej formie praw przyrody przy wszelkich dowolnych układach odniesienia. Jest to dla niego coś również »przypadkowego, konwencjonalnego i dowolnego«, uzyskanego kosztem relatywizacji postaci ciał i czasu trwania zdarzeń. Ktoby chciał, mógłby równie dobrze upierać się przy zatrzymaniu inwarjacyjności postaci ciał i czasu trwania zdarzeń, a odrzucić inwarjacyjność praw przyrody. Byłoby to prawdopodobnie mniej praktyczne, mówi autor, ale dla jego stanowiska epistemologicznego jest to zupełnie bez znaczenia[1].

[1] Stojąc na stanowisku relatywizmu, uważa autor przestrzenie i czasy empiryczne nadal za rzeczywiste taksamo jak barwy i dźwięki. Zob. »Verbietet die Relativitätstheorie, Raum und Zeit als etwas Wirkliches zu denken?

Na takie postawienie sprawy przy naszem stanowisku zgodzić się nie możemy. Dążenie do jednolitego obrazu świata, do usuwania sprzeczności logicznych, do jakich doprowadzają pewne interpretacje zjawisk, jest czemś więcej niż dążeniem do celów natury praktycznej. Nie wszystkie rezultaty, do jakich dochodzi teorja względności, dają się traktować jako konwencjonalne n. p. twierdzenie o skończoności świata, które autorowi właśnie ogromnie się nie podoba[1], zdaje się dlatego, iż czuje tu swą bezradność przy stanowisku prawdy konwencjonalnej. Logicznie wprawdzie nie jest wykluczona możliwość, iż twierdzenie o skończoności świata jako zawartego w przestrzeni riemannowskiej jest taksamo nic nie mówiące jak twierdzenie, iż mieści się on w nieskończonej przestrzeni euklidesowej. Twierdzenie bowiem, iż świat zajmuje przestrzeń skończoną znaczy, iż przestrzeń owa da się wypełnić skończoną ilością ciał, przyjętych jako jednostki miernicze objętości[2]. Pomyślmy sobie jednak, że owe ciała nie są absolutnie sztywne, ale zmieniają swą wielkość w sposób wymykający się z pod wszelkiej kontroli. Przypuszczenie takie jest zupełnie dopuszczalne przy konsekwencjach, do jakich dochodzi teorja względności, przyjmując względność wielkości i postaci ciał.

Gdyby się owe ciała miernicze w pewnem miejscu same stały nieskończenie wielkie w sposób jednak dla nas nie dostrzegalny, moglibyśmy i nieskończoną przestrzeń wymierzyć przy pomocy skończonej ilości owych ciał mierniczych i mielibyśmy wrażenie, że nasza przestrzeń jest skończona. Dla jeszcze lepszej ilustracji tej myśli, wyobraźmy sobie, iż mierzymy długość pewnej prostej, umówiwszy się, iż będziemy ją uważać za skończoną, gdy jej długość da się wyczerpać przy pomocy skończonej ilości kroków. Jeśli jednak w pewnem miejscu nasze kroki robią się nieskończenie wielkie, a my nie mamy możności skontrolowania tego, to i prosta nieskończona może nam wydać się skończoną. Można robić i rozważania odwrotne. Pomyślmy, że

[1] Petzold: Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit, str. 124: »Wir können nicht Einsteins Lehre von der Endlichheit der Welt folgen«.

[2] Einstein, Geometrja a doświadczenie, str. 10.

nasza przestrzeń jest skończona, ale nasze miary w ciągu mierzenia robią się coraz mniejsze, maleją nieograniczenie w sposób dla nas niedostrzegalny, wtedy i przestrzeń skończona wyda się nam nieskończoną. Nie ulega jednak wątpliwości, iż przy twierdzeniu Einsteina o skończoności świata taka możliwość nie zachodzi, gdyż tak wielkie zmiany wielkości przedmiotów są niemożliwe. Nie ma też racji Petzold twierdząc, iż stosunki między jakościami są czemś niezależnem od obserwatora. Wszak wszelki pomiar wyraża stosunek przedmiotu do jednostki mierniczej, a te pomiary, a zatem wartości stosunków mogą być w różnych układach rozmaite. Zatem tylko pewne stosunki i to wyrażone we formie dostatecznie ogólnej są czemś niezmiennem i te właśnie rzucają pewne światło na całość od umysłu niezależną. Jeśli Mach w pewnem miejscu wypowiada zdanie, iż teorje fizykalne, wyrażając tylko stosunki między wrażeniami mogą stać się do tego stopnia niezależnemi od specjalnych jakości naszych wrażeń zmysłowych, iż możliwem jest dojść do twierdzeń »które byłyby ważne i dla istot z innemi zmysłami, gdyby one potrafiły przetłumaczyć je na swoje wrażenia zmysłowe«, to zdanie to przemawia tylko na korzyść naszego stanowiska. Przy odrzuceniu bowiem rzeczywistości niezależnej od świadomości ludzkiej, która wpływa na jakość tych stosunków, byłoby zupełnie niezrozumiałem dlaczego przy dowolnem zupełnie ułożeniu tych jakości zmysłowych, stosunki między niemi musiałyby być koniecznie te same.

§ 5. Przejdźmy teraz do stanowiska tych filozofów, którzy stojąc na gruncie realizmu metafizycznego uważają jednak za zbyteczne liczenie się z możliwością innej interpretacji praw natury niż ta, którą podaje przyrodoznawstwo. Stanowisko takie reprezentuje Bertrand Russell, który przeciwny jest zbyt silnemu przeciwstawianiu subjektywnej formy zjawisk ich objektywnym odpowiednikom, gdyż, zdaniem jego, ta realność objektywna pokrywa się najzupełniej ze subjektywną formą zjawisk. »Gdyby te hipotezy (czyniące takie różnice) były poprawne, objektywne odpowiedniki tworzyłyby świat, mający tę samą strukturę, co świat fenomenalny.... Krótko mówiąc, każde zdanie, mające sens zrozumiały musi być prawdziwe o obu światach, albo

o żadnym: jedyna różnica może leżeć tylko w owej swoistej indywidualności przedmiotu, stanowiącej jego istotę (that essence of individuality), która nigdy nie da się ująć w wyrazy języka i urąga wszelkiemu opisowi, ale która też z tejże właśnie przyczyny jest dla nauki bez znaczenia[1]!

Dla nauki niewątpliwie jest ona bez znaczenia, jak już zauważyliśmy przy krytyce Schlicka, który te same słowa powtarzał, ale w każdym razie jest to szczegół, który rzuca światło na jednostronność poznania przyrodniczego. Pominąwszy jednak ten szczegół, musimy zauważyć, iż założenie Russella, iż objektywna forma realności absolutnej odpowiada subjektywnej formie zjawisk przy dzisiejszym stanie przyrodoznawstwa, jakie wytworzyła teorja względności, nie da się utrzymać.

Pozostaje zatem tylko stanowisko takie, jakie reprezentują Schlick i Geiger, którzy przyznają, iż istnieje głęboka różnica między subjektywną formą zjawisk a realnością objektywną (absolutną), uznają jednak, iż badania przyrodnicze odsłaniają tę realność transfenomenalną tak, iż jakaś jeszcze głębsza interpretacja transfenomenalna jest niepotrzebna.

Bliższe jednak rozpatrzenie sprawy okazuje, iż takie stanowisko nie da się utrzymać. Tłumaczenie zjawisk oparte na założeniu czterowymiarowego kontinuum czasowo przestrzennego o charakterze nieeuklidesowym leży w tym samym poziomie, co tłumaczenie oparte na założeniu przestrzeni euklidesowej i czasu newtonowskiego. Różnica między niemi wynikła tylko z uwzględnienia większego zakresu zjawisk. Kontinuum euklidesowe, o ile ono daje się doświadczalnie stwierdzić, t. z. gdzie doświadczenie mu odpowiada, stosuje się do niego, należy zawsze uważać za część składową kontinuum o charakterze nieeuklidesowym. Matematycznie biorąc, jedno jest graniczną wartością drugiego. Fizykalnie zaś traktując sprawę, możemy o każdym stosunkowo nawet dość wielkim obszarze świata, o ile różnica między tą wartością graniczną a faktycznym stanem rzeczy leży poniżej możliwych błędów obserwacji, powiedzieć iż ważną jest w nim

[1] Introduction to mathematical philosophy.

geometrja euklidesowa. Ze stanowiska geometrji różniczkowej wyrażamy ten stan rzeczy, mówiąc, iż kontinuum nieeuklidesowe w obszarach dostatecznie małych zachowują się euklidesowo. W każdym razie stosunek tych światów nie jest taki jaki odpowiada stosunkowi zjawiskowości do pozazjawiskowości w myśl terminologji Kanta. Wszystko, co da się przedstawić na przedłużeniu linji zjawisk, należy traktować jako zjawisko, choćby się naocznie przedstawić nie dało. Możemy wprawdzie tę całość, nazwać światem niezmysłowym, ze względu na stosunek jej do władz poznawczych naszego umysłu, jak na to zwróciliśmy uwagę w rozdziale poprzednim, ale ta niezmysłowość nie jest identyczna z transfenomenalnością wogóle, gdyż daje się ona charakteryzować przy pomocy tych samych symbolów, co świat zmysłowy, a w interpretacji tych symbolów opiera się ona na anologji zaczerpniętej ze znaczenia intuicyjnego symbolów części zmysłowej świata. Chcąc zaś zyskać interpretację transfenomenalną świata, należałoby na całym terenie ważności symbolów t. zn. i dla części zmysłowej i dla części niezmysłowej znaleźć interpretację zasadniczo odmienną, do czego jednak potrzebnem byłoby może coś w rodzaju »intellektuelle Anschauung« Kanta. Fakt jednak ten, iż już w interpretacji przyrodniczej symbolów, zwykle odwoływanie się do intuicji zawodzi i tylko nieudolnie znaczenie tych symbolów wyraża, wobec potrzeby naszego umysłu, aby tym symbolom jednak zawsze pełny sens intuicyjny nadać, ten fakt dla transfenomenalnej koncepcji rzeczywistości ma tylko tyle znaczenie, iż łatwiej nasuwa myśl o możliwości jakiejś zupełnie innej interpretacji tych symbolów.

Jakie jednak znaczenie miało nasze zdanie, iż ogólna teorja względności nasuwa głębszy obraz rzeczywistości, niż fizyka dawna? Nietylko chodziło nam o to, iż opiera się ona na większej ilości faktów, tłumacząc takie, których inne teorje albo nieprzewidywały, albo wyjaśnić nie umiały, ale o to, iż odsłania nam ona te własności obrazów świata, które nie zależą od układu odniesienia. Dla koncepcji realności niezależnej od naszego umysłu, tylko te własności mogą mieć znaczenie, nie zaś te, które są przywiązane ściśle do pewnych warunków pomiaru. Do koncepcji takiej

rzeczywistości można się wznieść tylko drogą pewnej syntezy wszelkich możliwych aspektów przyrody. »Reality is only obtained when all conceivable points of view have been combined«[1]. Dotychczas wszystkie sposoby widzenia dawały się ująć w schemat euklidesowy, obecnie zaś on już nie wystarcza. Należy jednak pamiętać, że niezależność od układu odniesienia nie oznacza niezależności od warunków poznania świadomości ludzkiej. Różnice układu odniesienia oddają tylko te różnice między możliwymi obserwatorami, które dają się wyrazić w terminach mechaniki. One wskazują tylko różnice w wyborze miejsca i chwili obserwacji, warunki i środki pomiaru, wybór jednostki miary, abstrahują zaś od ogólnych warunków psychicznych poznania, które każda świadomość ze sobą na świat przynosi. Fizyka, traktując poniekąd obserwatora jako część składową natury, pomija to, iż obserwator jako podmiot poznania wpływa sam na ten aspekt natury, na którego tle później jest rozpatrywany jako część składowa tego aspektu. Dlatego fizyka, odróżniając te wielkości, które zależą od układu odniesienia od tych, które od niego niezależą, nie daje jeszcze odpowiedzi na pytanie, jaką jest rzeczywistość świata pojmowanego niezależnie od umysłu ludzkiego[2]. Nazwę »zasady względności«, o ile ta ostatnia wyraża ogólnie inwarjacyjny charakter praw przyrody, należałoby słusznie zastąpić nazwą »postulatu świata absolutnego« jak się tego domagał Minkowski, ale postulat ten nie oznacza zupełnego poznania świata absolutnego, gdyż ten świat chyba zawsze będzie czemś więcej, niż sumą wielkości mierzalnych, — czemś więcej, niż tylko matematyczną formą praw.

§ 6. Stojąc w obronie pierwszego założenia, na którem opiera się możność wyzyskania metody aksjomatycznej dla celów spekulacji metafizycznej, mianowicie, iż istnieje rzeczywistość niezależna od umysłu ludzkiego poruszymy jeszcze za-

[1] Eddington. Space, time. gravitation. Str. 182

[2] »Statt zwischen real und nichtreal wollen wir deutlicher unterscheiden zwischen Grössen, welche dem physikalischen System als solchem zukommen (unabhängig von der Wahl des Koordinatensystems) und solchen Grössen, welche vom Koordinatensystem abhängen«. Einstein: Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie.

rzut hipostazowania, ontologizowania pojęć, czyniony przez pozytywistów, oraz sprawę dowolnego urabiania pojęcia rzeczywistości. Zarzut hipostazowania pojęć czyniono słusznie metafizykom, którzy na podstawie prostej analizy pojęć, bez oglądania się na doświadczenie, tworzyli dowolne konstrukcje rzeczywistości, traktując samo istnienie jako cechę pojęcia narówni z innemi. Na tego rodzaju błędach polegał n. p. dowód ontologiczny istnienia Boga. Jeśli jednak w tym zarzucie posuniemy się jeszcze dalej, i powiemy, że wszelkie konstrukcje pojęciowe, choćby nawet wywołane konieczną potrzebą interpretacji pewnych faktów doświadczenia, mają wartość wyłącznie praktyczną, konwencjonalną, jako pewne potrzebne fikcje, o których zgóry wiemy, iż są błędne, wtedy wpadniemy w inną trudność. Zmuszeni uważać za rzeczywiste tylko to, co jest dane, rozbijamy rzeczywistość na nieskończoną mnogość światów, i niezrozumiałem wówczas staje się, jak wogóle można wtedy pracować nad rozwiązaniem jakiegoś »Weltproblem« skoro ów świat jeden jest także tylko konstrukcję pojęciową. Jeśli istnienie nie tkwi jako cecha w żadnem pojęciu, to nie tkwi ona również jako cecha w jakościach zmysłowych danych bezpośrednio, nie da się wogóle traktować jako dana jakość.

Co się tyczy zaś zarzutu, jaki sobie wzajemnie robią filozofowie, iż nie wolno naruszać intuicyjnego znaczeniu wyrazu »istnienie«, to należy pamiętać, iż intuicyjne znaczenie tego wyrazu w żadnym wypadku utrzymać się nie da. Człowiek, opierający się na intuicyjnym sensie tego wyrazu, gdy mówi o istnieniu przedmiotów zewnętrznych zarówno ma na myśli to, iż istnienie tych przedmiotów jest niezależne od chwilowych spostrzeżeń, jak też i to, iż istnieją one tak, jak je spostrzegamy. Różne systemy filozoficzne kładą nacisk to na jedną, to na drugą stronę tego znaczenia, i wszystkie odwołują się do zdrowego rozsądku człowieka pierwotnego. Zarówno dewiza Berkeleya esse = percipi i tym podobne Sein = Bewusstein, ma jakiś punkt oparcia na części znaczenia intuicyjnego, jakoteż i punkt wyjścia realizmu krytycznego, oraz tych stanowisk filozoficznych, które oznaczają jeszcze większe odstępstwa od stanowiska realizmu pierwotnego. Zarówno jednak pozytywizm, głoszący hasło powrotu do naiwnego realizmu, jakoteż realizmy modyfikujące obraz świata zmysłowego oznaczają naruszenie intuicyjnego sensu wyrazu istnienia. Człowiek pierwotny zarówno jest zdumiony, gdy mu się mówi, iż to, co on ciągle ogląda zmysłami, czego on doświadcza przez całe życie jest czemś nieistniejącem, jak też gdy słyszy, iż niezależnie od świadomości naszej o żadnem istnieniu przedmiotów doświadczenia mówić nie można. Ani pozytywizm nie ma prawa odwoływać się do zdrowego rozsądku zwykłych ludzi, ani realizm krytyczny i dalsze wychodzące poza naiwny realizm stanowiska nie mogą utrzymywać, iż tylko one zachowują pierwotny intuicyjny sens wyrazu istnienie. Przy dzisiejszym stanie wiedzy zaś powrót w zupełności do pierwotnego znaczenia tego terminu jest bezwarunkowo niemożliwy. Zamiast tedy prowadzić spór o słowa należałoby w każdym wypadku dokładnie oznaczyć o jakie znaczenie chodzi. Pojęcie realności absolutnej o tyle dla nauki jest nieprzydatne, iż nigdy niewiadomo czemu, jakim przedmiotom tę realność absolutną przypisaćby należało. Jeśli fizyk nastaje na to, iż za rzeczywiste musi przedewszystkiem uważać to, co potrafi zmierzyć, należy to uważać za objaw zdrowego instynktu naukowego bez którego nauka zeszłaby na manowce. Skoro się przekonywa, że te rezultaty pomiarów w różnych warunkach muszą wypadać inaczej, tworzy pojęcie istnienia cech względnych, istnienie czegoś ze względu na dany układ Mówić o zdawaniu się słusznie uważa za niewłaściwe, skoro to zdawanie się, podlega prawom, któremu ulegają wszyscy, a nauka nigdy nie miała ochoty mówić o tem tylko, co się komuś zdaje. Temu istnieniu przeciwstawia istnienie własności niezależnych od specjalnych warunków układu; do nich również dochodzi tylko drogą rachunku. Zarówno zaś przedmioty o cechach względnych, jak i owe formy inwarjacyjne należą do świata zjawisk, a i jedne i drugie mają swą głębszą podstawę w sferze realności absolutnej. O tej realności nie wolno zaś fizykowi zapominać z chwilą, gdy chce na podstawie rezultatów swej wiedzy fachowej wydawać sądy o stosunku swego przedmiotu badań do całokształtu bytu.

Stojąc w ten sposób w obronie pierwszego z założeń, na którem opierałoby się stosowanie metody aksjomatycznej do zagadnień metafizycznych, nie chcemy bynajmniej metafizyki bronić. Chodziło nam tylko o wskazanie tego w jaki sposób możnaby rozumieć pracę metafizyka ze stanowiska nowej metody. Co się tyczy założenia drugiego, ono również nie powiada, że wszelkie badanie metafizyczne musi iść tą drogę odmiennego tylko interpretowania praw świata zjawiskowego, i dalej zaznaczyć należy, iż nie wszystkie zagadnienia metafizyczne dadzą się rozwiązać tylko drogą odmiennej interpretacji rezultatów wiedzy przyrodniczej. Drogę przez nas wskazaną winna obrać w każdym razie ta metafizyka, która chce się opierać na doświadczeniu, podobnie jak metafizyka Schopenhauera, która zadowala się tylko rezultatami prawdopodobnemi, która chce być metafizyką indukcyjną. Metoda aksjomatyczna wskazuje jednak zarazem, że taka metafizyka budowana na doświadczeniu może zachować szatę teorji dedukcyjnej, podobnie jak fizyka teoretyczna.

Że jednak nie wszystkie problemy metafizyczne dadzą się rozwiązać tylko drogą pewnej interpretacji rezultatów przyrodoznawstwo, widoczne to odrazu stąd, iż poza przedmiotem przyrodoznawstwa matematycznego pozostaje jeszcze świat psychiczny, o którego stosunku do świata fizycznego każdy system metafizyczny musi również coś orzekać. Wiadomo, iż życie duchowe także upływa w czasie, lecz wyznaczenie tego trwania w czasie możliwe jest tylko przy pomocy zjawisk fizycznych. Tylko przy pomocy tych ostatnich zjawisk można też wyznaczyć trwanie życia duchowego całych społeczeństw i ludzkości. Wiadomo, iż istnieją przypuszczenia powracania życia duchowego, gdy się sprzyjające warunki fizyczne powtórzą. U pewnych obrońców poglądu ustawicznego powracania wszechrzeczy całe rozumowanie opierało się na założeniu skończoności świata. Otóż fizyka na teorji względności oparta przyjmuje właśnie taką skończoność świata. Temsamem kwestja wiecznego powracania robi się znowu aktualną[1].

[1] Petzold: Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit. Str. 124.

O możliwościach sobowtórnictwa, mogących wypływać z ogólnej teorji względności, wspomina matematyk Weyl w swej tak poważnej pracy, jaką jest »Raum-Zeit-Materie«[1]. Niewątpliwie mamy tu do czynienia z hipotezą, wykraczającą poza zakres spraw świata fizycznego. Życie duchowe jednostek, przyczepione do linij światowych pewnych procesów fizjologicznych ich ciał, nie znajduje w nich swego wyznaczenia, ile że nie znamy żadnych równoważników ilościowych energji psychicznej. Pojawianie się jej w pewnych okresach rozwoju fizycznego jest przeto dość zagadkowe. Cóż się jednak dzieje z ową niedającą się ująć ilościowo energją psychiczną z chwilą, gdy wszelkie życie gaśnie? Czy intermundia czasowe między jedną fazą życia duchowa a drugą są dla niej absolutną nicością? Czy można traktować owe intermundia jako stany tej rzeczywistości, którą opisujemy jako świat fizyczny dlatego tylko, iż nie można było jej inaczej opisać i orjentować się w niej jak przy pomocy linij światowych czterowymiarowego kontinuum? Tutaj potrzeba jakiejś odmiennej interpretacji tej rzeczywistości ponadindywidualnej, m a j ą c e j n a o k u całość spraw fizycznych i psychicznych, narzuca się z konieczności.

Kończąc nasze wywody, rzućmy jeszcze raz okiem wstecz i podkreślmy te myśli, o które nam przedewszystkiem w tym rozdziale chodziło. Wskazując na możliwość wyzyskania metody aksjomatycznej dla problemu rzeczywistości, staraliśmy się obronić przynajmniej to założenie, iż istnieje rzeczywistość niezależna od umysłu ludzkiego. W obronie tego założenia podnosiliśmy przedewszystkiem takie argumenty, które nowa i najświeższa faza nauki jest w stanie do tej odwiecznej kwestji dorzucić. Stan wiedzy przyrodniczej obecny wskazuje na to, iż żadnej z cech zmysłowo dostrzeganych nie można takiej realności od umysłu niezależnej przypisać; od tego traktowania nie są wykluczone cechy czasowe i przestrzenne. Mach miał głęboką rację, jeśli twierdził, iż mechanika nie odsłania nam jakiejś głębszej podstawy i przyczyny rzeczywistości, lecz bada co najwyżej pewną stronę jej objawów. Lecz właśnie dlatego, że wszystkie

[1] Wyd. czwarte. Str. 249.

zmysłowe własności i stosunki przedmiotów są względne i subjektywne, tem silniej uwydatnia się potrzeba przyjęcia rzeczywistości niezależnej od tych subjektywnych i względnych przejawów dla umysłu ludzkiego. Ktoby temu przeczył, ten musiałby przyjąć nieskończoną mnogość światów subjektywnych i nie umiałby wytłumaczyć, skąd się bierze możliwość wzajemnego jednoznacznego przyporządkowania sobie danych subjektywnych dwu różnych jednostek. Twierdzenia, iż przyjmowanie takiej jedności świata jest tylko konwencją, którą równie dobrze można uczynić jak i nie uczynić, nie wydaje się nam trafne. Ogólnie inwarjacyjna forma praw przyrody wskazuje na pewną realną jedność świata, i w razie odrzucenia takiej realności musiałaby się przedstawiać jako jakiś dziwny i niczem nie zrozumiały przypadek. Także i inne wypowiedzi współczesnej wiedzy przyrodniczej o całości świata, n. p. iż jest on skończony chociaż nieograniczony, nie dadzą się traktować jako proste konwencje. Bo cui bono i w jakim celu?

Czy znaczy to jednak, iż współczesna wiedza przyrodnicza odsłania nam naprawdę naturę tej rzeczywistości absolutnej? Czy »die Loslösung von der Individualität des bildenden Geistes« o której mówi Planck, oznacza naprawdę, iż fizyka bada »die transfenomenale Welt« jak chce Geiger lub też Stumpf. »Das, woran sich die gesetzlichen Beziehungen finden [1], die den Gegenstand und das Ziel der Naturforschung bilden, sind nie und nimmer die sinnlichen Erscheinungen. Zwischen ihnen, wie sie jedem das eigene Bewusstsein darbietet, besteht nicht die regelmässige Folge und Koesistenz, die der Naturforscher in seinen Gesetzen behauptet. Sie besteht lediglich innerhalb der Vorgänge die wir als jenseits der sinnlichen Erscheinungen statuieren«. Tymczasem wbrew temu twierdzenia Stumpfa fizyka współczesna powiada, iż jej prawa nie wyrażają nic innego jak tylko i jedynie dające się doświadczalnie stwierdzić koincydencje zdarzeń punktowych. Zjawiska zmysłowe, zdaniem Stumpfa, stanowią tylko punkt wyjścia, to zaś co wyraża matematyczna forma praw przyrody, wychodzi już pozanie.

[1] Stumpf, Leib und Seele, 27.

Prawda, jak to staraliśmy się wykazać, leży pośrodku. Wiedza fizyczna nie przedstawia nam realności absolutnej, tylko conajwyej na nią wskazuje. Matematyczna forma praw przyrody, może być wyzyskana w myśl metody aksjomatycznej, dla rzeczywistości od świadomości niezależnej, gdybyśmy je umieli odpowiednio interpretować, ale o tyle właśnie przestaje ona interesować fizyka. Forma ta, o tyle tylko określa przedmiot zajęcia fizyków, o ile dadzą się jej przyporządkować pewne elementy zmysłowe, lub takie, do których wprawdzie można dojść tylko drogą rachunku, ale które muszą być pomyślane na przedłużeniu — że się tak wyrazimy — linji danych zmysłowych. Zjawiska zmysłowe nie są tedy tylko punktem wyjścia, ale czemś, co dostarcza zarazem treści matematycznej formie praw przyrody.

Dostrzeżone omyłki druku:

Na str.	5	wiersz 7 z góry	zamiast	»powiązanie«	ma	być	»powiązania«
»	23	» 3 »	»	Jako	»	»	Jakoż
»	23	» 6 z dołu	»	równania	»	»	równanie
»	25	» 11 »	»	zwane	»	»	zwana
»	35	» ostatni z dołu	»	wektora	»	»	potencjału
»	42	» 10 z góry	»	resztę	»	»	zresztą
»	43	» 10 »	»	dedukcji	»	»	indukcji
»	52	» 17 z dołu	»	w niej	»	»	w niem
»	89	» 7 z góry	»	§ 7.	»	»	§ 10.
»	98	» 12 z dołu	»	apriorium	»	»	aprioryzm
»	106	» 18 »	»	przeciwny	»	»	przedziwny
»	108	» 14 »	»	funkcjonalne	»	»	funkcjonalnie
»	112	» 14 z góry	»	filozofję	»	»	filozofią
»	112	» ostatni z dołu	»	sprawie	»	»	sprawia

SPIS RZECZY

Str.

Wstęp 1

ROZDZIAŁ I.

Metoda aksjomatyczna w matematyce.

§ 1. Geneza metody aksjomatycznej 2
§ 2. Istota metody aksjomatycznej 5
§ 3. Korzyści metody aksjomatycznej 8
§ 4. Uwagi ogólne na temat teoryj czystych i stosowanych 14

ROZDZIAŁ II.

Współczesne próby aksjomatyzacji fizyki.

§ 1. Uwagi o metodzie przyrodoznawstwa i możliwości aksjomatyzacji przyrodoznawstwa 16
§ 2. Aksjomaty fizyki przedrelatywistycznej 20
§ 3. Aksjomaty fizyki w świetle specjalnej teorji względności . . . 24
§ 4. Aksjomaty fizyki w świetle ogólnej teorji względności 27
§ 5. Zasługi Hilberta około aksjomatyzacji współczesnej fizyki . . 29
§ 6. Teorja Weyla 32

ROZDZIAŁ III.

Aksjomaty matematyczne fizyki wobec intuicyjnych zasad poznania.

§ 1. Znaczenie twierdzenia, iż fizyka staje się nauką na wzór geometrji 39
§ 2. Poznanie przyrodnicze jako jednoznaczne przyporządkowanie symbolów 48
§ 3. Modyfikacja intuicyjnych zasad poznania przez aksjomaty fizyki współczesnej 54
§ 4. Porównanie ze stanowiskiem Kanta 58
§ 5. Wadliwości argumentacji Kanta 64
§ 6. Stanowisko Cassirera i szkoły marburskiej. O ile metoda transcedentalna zbliża się do metody aksjomatycznej 70
§ 7. Krytyka stanowiska Reichenbacha 74
§ 8. Geneza wiedzy intuicyjnej i postulat stopniowego modyfikowania 77
§ 9. Zasada przyczynowości ze stanowiska relatywizacji czasu . . 84
§ 10. Niektóre dalsze konsekwencje wywodów powyższego rozdziału i streszczenie 89

ROZDZIAŁ IV.

Metoda aksjomatyczna a rzeczywistość.

Str.

§ 1. Możliwość wyzyskania metody aksjomatycznej dla celów spekulacji metafizycznej 97
§ 2. Podobne pomysły Schlicka i Eddingtona 105
§ 3. Analogja z postępowaniem, jakie fizyka stosuje do pojedynczych swoich działów 109
§ 4. Stanowisko Petzolda. Trudności stanowiska konwencjonalizmu wogóle 110
§ 5. Fizyka nie daje nam poznania rzeczywistości transfenomenalnej pomimo, iż przyjmuje rzeczywistość niezależną od umysłu 116
§ 6. Dalsze uwagi na temat pojęcia rzeczywistości i zakończenie . 119